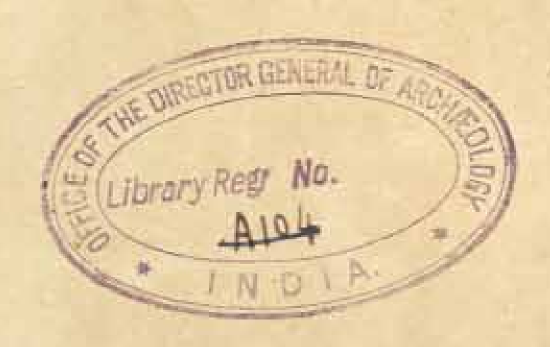
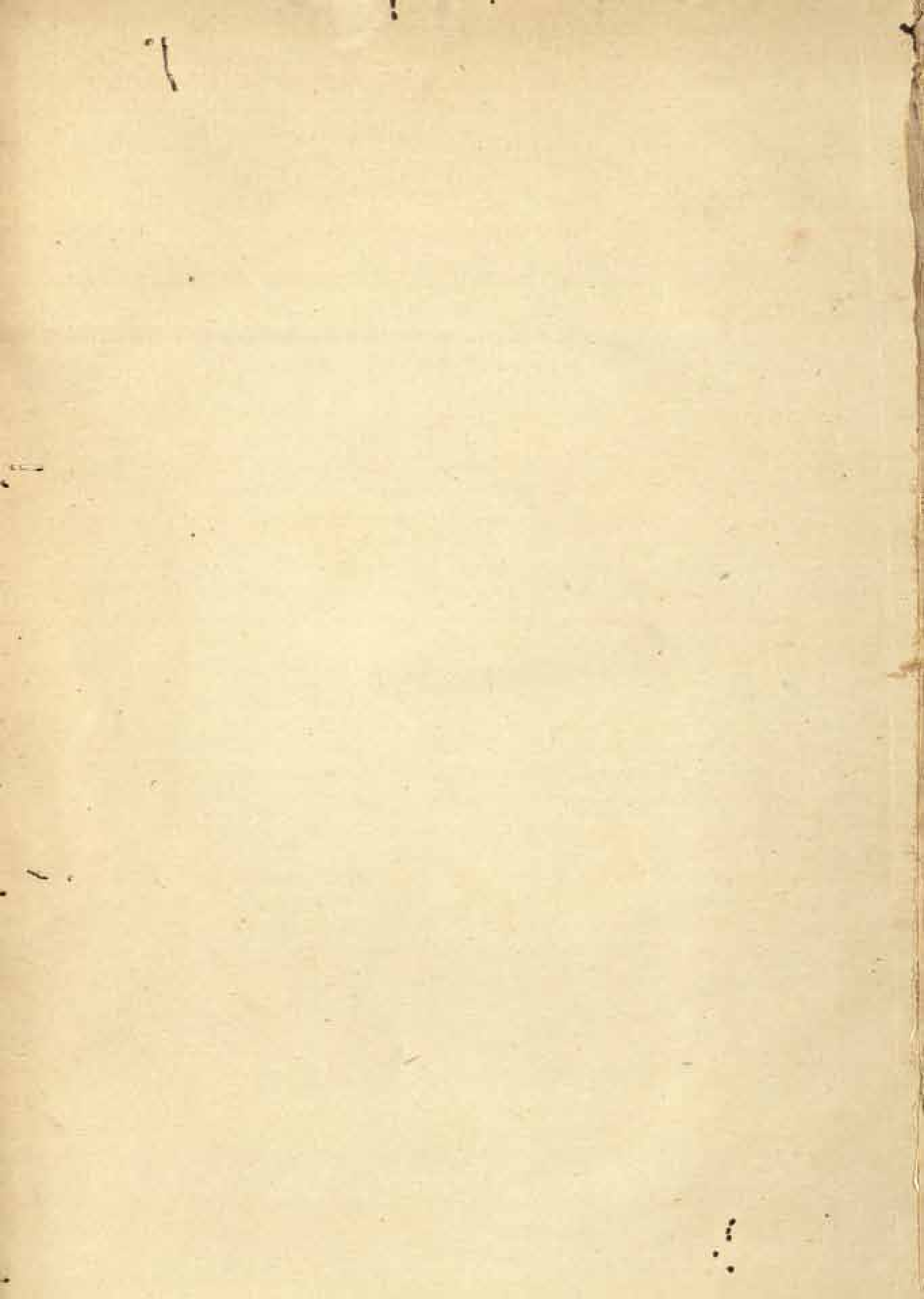




SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

JAHRGANG 1915

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS JUNI

STÜCK I—XXXIII MIT ZWEI TAFELN
UND DEM VERZEICHNIS DER MITGLIEDER AM 1. JANUAR 1915



BERLIN 1915
VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KOMMISSION BEI GEORG REIMER

INHALT.

Inhalt

VERZEICHNIS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1915

1. BESTÄNDIGE SEKRETARE

	Gewählt von der	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Diels*	phil.-hist. Klasse	1895 Nov. 27
- *Waldeyer*	phys.-math. -	1896 Jan. 20
- *Roethe*	phil.-hist. -	1911 Aug. 29
- *Planck*	phys.-math. -	1912 Juni 19

2. ORDENTLICHE MITGLIEDER

Physikalisch-mathematische Klasse	Philosophisch-historische Klasse	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Arthur von Auwers*		1866 Aug. 18
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13
	Hr. *Hermann Diels*	1881 Aug. 15
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18
	- *Heinrich Brunner*	1884 April 9
- *Franz Eilhard Schulze*		1884 Juni 21
	- *Otto Hirschfeld*	1885 März 9
	- *Eduard Sachau*	1887 Jan. 24
	- *Gustav von Schmoller*	1887 Jan. 24
- *Adolf Engler*		1890 Jan. 29
	- *Adolf von Harnack*	1890 Febr. 10
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892 Dez. 19
- *Georg Frobenius*		1893 Jan. 14
- *Emil Fischer*		1893 Febr. 6
- *Oskar Hertwig*		1893 April 17
- *Max Planck*		1894 Juni 11
	- *Karl Stumpf*	1895 Febr. 18
	- *Adolf Erman*	1895 Febr. 18
- *Emil Warburg*		1895 Aug. 13
	- *Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff*	1899 Aug. 2

Physikalisch-mathematische Klasse	Philosophisch-historische Klasse	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Wilhelm Branca*		1899 Dez. 18
- *Robert Helmert*		1900 Jan. 31
- *Heinrich Müller-Breslau*		1901 Jan. 14
	Hr. *Heinrich Dressel*	1902 Mai 9
	- *Konrad Burdach*	1902 Mai 9
- *Friedrich Schottky*		1903 Jan. 5
	- *Gustav Roethe*	1903 Jan. 5
	- *Dietrich Schäfer*	1903 Aug. 4
	- *Eduard Meyer*	1903 Aug. 4
	- *Wilhelm Schulze*	1903 Nov. 16
	- *Alois Brandl*	1904 April 3
- *Hermann Struve*		1904 Aug. 29
- *Hermann Zimmermann*		1904 Aug. 29
- *Walter Nernst*		1905 Nov. 24
- *Max Rubner*		1906 Dez. 2
- *Johannes Orth*		1906 Dez. 2
- *Albrecht Penck*		1906 Dez. 2
	- *Friedrich Müller*	1906 Dez. 24
	- *Andreas Heusler*	1907 Aug. 8
- *Heinrich Rubens*		1907 Aug. 8
- *Theodor Liebisch*		1908 Aug. 3
	- *Eduard Seler*	1908 Aug. 24
	- *Heinrich Lüders*	1909 Aug. 5
	- *Heinrich Morf*	1910 Dez. 14
- *Gottlieb Haberlandt*		1911 Juli 3
	- *Kuno Meyer*	1911 Juli 3
	- *Benno Erdmann*	1911 Juli 25
- *Gustav Hellmann*		1911 Dez. 2
	- *Emil Seckel*	1912 Jan. 4
	- *Johann Jakob Maria de Groot*	1912 Jan. 4
	- *Eduard Norden*	1912 Juni 14
- *Karl Schwarzschild*		1912 Juni 14
	- *Karl Schuchhardt*	1912 Juli 9
- *Ernst Beckmann*		1912 Dez. 11
	- *Georg Loeschcke*	1913 März 31
- *Albert Einstein*		1913 Nov. 12
	- *Otto Hintze*	1914 Febr. 16
	- *Max Sering*	1914 März 2
	- *Adolf Goldschmidt*	1914 März 2
- *Richard Willstätter*		1914 Dez. 16
- *Fritz Haber*		1914 Dez. 16

(Die Adressen der Mitglieder s. S. VIII.)

3. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER

Physikalisch-mathematische Klasse	Philosophisch-historische Klasse	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Theodor Nöldeke* in Straßburg	1900 März 5
	- *Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1900 März 5
	- *Pasquale Villari* in Florenz	1900 März 5
Hr. *Adolf von Baeyer* in München		1905 Aug. 12
	- *Vatroslav von Jagić* in Wien	1908 Sept. 25
	- *Panagiotis Kabbadias* in Athen	1908 Sept. 25
Lord *Rayleigh* in Witham, Essex		1910 April 6
	- *Hugo Schuchardt* in Graz	1912 Sept. 15

4. EHRENMITGLIEDER

	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887 Jan. 24
- *Max Lenz* in Hamburg	1896 Dez. 14
Hugo Graf *von und zu Lerchenfeld* in Berlin	1900 März 5
Hr. *Richard Schöne* in Berlin-Grunewald	1900 März 5
- *Konrad von Studt* in Berlin	1900 März 17
- *Andrew Dickson White* in Ithaca, N. Y.	1900 Dez. 12
Bernhard Fürst *von Bülow* in Rom	1910 Jan. 31
Hr. *Heinrich Wölfflin* in München	1910 Dez. 14
- *August von Trott zu Solz* in Berlin	1914 März 2
- *Rudolf von Valentini* in Berlin	1914 März 2
- *Friedrich Schmidt* in Berlin-Steglitz	1914 März 2

5. KORRESPONDIERENDE MITGLIEDER

Physikalisch-mathematische Klasse

	Datum der Wahl
Karl Frhr. Auer von Welsbach auf Schloß Welsbach (Kärnten)	1913 Mai 22
Hr. *Ernst Wilhelm Benecke* in Straßburg	1900 Febr. 8
- *Ferdinand Braun* in Straßburg	1914 Nov. 19
- *Oskar Brefeld* in Berlin-Lichterfelde	1899 Jan. 19
- *Heinrich Bruns* in Leipzig	1906 Jan. 11
- *Otto Bütschli* in Heidelberg	1897 März 11
- *Giacomo Ciamician* in Bologna	1909 Okt. 28
- *Gaston Darboux* in Paris	1897 Febr. 11
- *William Morris Davis* in Cambridge, Mass.	1910 Juli 28
- *Richard Dedekind* in Braunschweig	1880 März 11
- *Ernst Ehlers* in Göttingen	1897 Jan. 21
Roland Baron *Eötvös* in Budapest	1910 Jan. 6
Hr. *Max Fürbringer* in Heidelberg	1900 Febr. 22
Sir *Archibald Geikie* in Haslemere, Surrey	1889 Febr. 21
Hr. *Karl von Goebel* in München	1913 Jan. 16
- *Camillo Golgi* in Pavia	1911 Dez. 21
- *Karl Graebe* in Frankfurt a. M.	1907 Juni 13
- *Ludwig von Graff* in Graz	1900 Febr. 8
Julius Edler von Hann in Wien	1889 Febr. 21
Hr. *Viktor Hensen* in Kiel	1898 Febr. 24
- *Richard von Hertwig* in München	1898 April 28
- *David Hilbert* in Göttingen	1913 Juli 10
Sir *Victor Horsley* in London	1910 Juli 28
Hr. *Felix Klein* in Göttingen	1913 Juli 10
- *Adolf von Koenen* in Göttingen	1904 Mai 5
- *Leo Koenigsberger* in Heidelberg	1893 Mai 4
- *Wilhelm Körner* in Mailand	1909 Jan. 7
- *Friedrich Küstner* in Bonn	1910 Okt. 27
- *Henry Le Chatelier* in Paris	1905 Dez. 14
- *Philipp Lenard* in Heidelberg	1909 Jan. 21
- *Gabriel Lippmann* in Paris	1900 Febr. 22
- *Hendrik Antoon Lorentz* in Haarlem	1905 Mai 4
- *Felix Marchand* in Leipzig	1910 Juli 28
- *Friedrich Merkel* in Göttingen	1910 Juli 28
- *Franz Mertens* in Wien	1900 Febr. 22
- *Henrik Mohn* in Christiania	1900 Febr. 22

Physikalisch-mathematische Klasse

	Datum der Wahl
Hr. *Alfred Gabriel Nathorst* in Stockholm	1900 Febr. 8
- *Karl Neumann* in Leipzig	1893 Mai 4
- *Max Noether* in Erlangen	1896 Jan. 30
- *Wilhelm Ostwald* in Groß-Bothen, Kgr. Sachsen	1905 Jan. 12
- *Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889 Dez. 19
- *Émile Picard* in Paris	1898 Febr. 24
- *Edward Charles Pickering* in Cambridge, Mass.	1906 Jan. 11
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879 März 13
- *Ludwig Radlkofer* in München	1900 Febr. 8
Sir *William Ramsay* in London	1896 Okt. 29
Hr. *Gustaf Retzius* in Stockholm	1893 Juni 1
- *Theodore William Richards* in Cambridge, Mass.	1909 Okt. 28
- *Wilhelm Konrad Röntgen* in München	1896 März 12
- *Georg Ossian Sars* in Christiania	1898 Febr. 24
- *Oswald Schmiedeberg* in Straßburg	1910 Juli 28
- *Gustav Schwalbe* in Straßburg	1910 Juli 28
- *Hugo von Seeliger* in München	1906 Jan. 11
Hermann Graf *zu Solms-Laubach* in Straßburg	1899 Juni 8
Hr. *Ernest Solvay* in Brüssel	1913 Mai 22
- *Johann Wilhelm Spengel* in Gießen	1900 Jan. 18
- *Johannes Strüver* in Rom	1900 Febr. 8
Sir *Joseph John Thomson* in Cambridge	1910 Juli 28
Hr. *Gustav von Tschermak* in Wien	1881 März 3
Sir *William Turner* in Edinburg	1898 März 10
Hr. *Hermann von Vöchting* in Tübingen	1913 Jan. 16
- *Woldemar Voigt* in Göttingen	1900 März 8
- *Hugo de Vries* in Amsterdam	1913 Jan. 16
- *Johannes Diderik van der Waals* in Amsterdam	1900 Febr. 22
- *Otto Wallach* in Göttingen	1907 Juni 13
- *Eugenius Warming* in Kopenhagen	1899 Jan. 19
- *Emil Wiechert* in Göttingen	1912 Febr. 8
- *Wilhelm Wien* in Würzburg	1910 Juli 14
- *Julius von Wiesner* in Wien	1899 Juni 8
- *Edmund B. Wilson* in New York	1913 Febr. 20

Philosophisch-historische Klasse

Hr. *Karl von Amira* in München	1900 Jan. 18
- *Ernst Immanuel Bekker* in Heidelberg	1897 Juli 29
- *Friedrich von Bezold* in Bonn	1907 Febr. 14
- *Joseph Bidez* in Gent	1914 Juli 9
- *Eugen Bormann* in Wien	1902 Juli 24
- *Émile Boutroux* in Paris	1908 Febr. 27
- *James Henry Breasted* in Chicago	1907 Juni 13
- *Franz Brentano* in Florenz	1914 Febr. 19

Philosophisch-historische Klasse

	Datum der Wahl
Hr. *Harry Breßlau* in Straßburg	1912 Mai 9
- *Ingram Bywater* in London	1887 Nov. 17
- *René Cagnat* in Paris	1904 Nov. 3
- *Arthur Chuquet* in Villemomble (Seine)	1907 Febr. 14
- *Franz Cumont* in Rom	1911 April 27
- *Louis Duchesne* in Rom	1893 Juli 20
- *Franz Ehrle* in Rom	1913 Juli 24
- *Paul Foucart* in Paris	1884 Juli 17
- *James George Frazer* in Cambridge	1911 April 27
- *Wilhelm Fröhner* in Paris	1910 Juni 23
- *Percy Gardner* in Oxford	1908 Okt. 29
- *Ignaz Goldziher* in Budapest	1910 Dez. 8
- *Francis Llewellyn Griffith* in Oxford	1900 Jan. 18
- *Ignazio Guidi* in Rom	1904 Dez. 15
- *Georgios N. Hatzidakis* in Athen	1900 Jan. 18
- *Albert Hauck* in Leipzig	1900 Jan. 18
- *Bernard Haussoullier* in Paris	1907 Mai 2
- *Johan Ludvig Heiberg* in Kopenhagen	1896 März 12
- *Karl Theodor von Heigel* in München	1904 Nov. 3
- *Antoine Héron de Villefosse* in Paris	1893 Febr. 2
- *Léon Heuzey* in Paris	1900 Jan. 18
- *Harald Hjärne* in Uppsala	1909 Febr. 25
- *Maurice Holleaux* in Versailles	1909 Febr. 25
- *Edvard Holm* in Kopenhagen	1904 Nov. 3
- *Théophile Homolle* in Paris	1887 Nov. 17
- *Christian Hülsen* in Florenz	1907 Mai 2
- *Hermann Jacobi* in Bonn	1911 Febr. 9
- *Adolf Jülicher* in Marburg	1906 Nov. 1
Sir *Frederic George Kenyon* in London	1900 Jan. 18
Hr. *Georg Friedrich Knapp* in Straßburg	1893 Dez. 14
- *Basil Latyschew* in St. Petersburg	1891 Juni 4
- *August Leskien* in Leipzig	1900 Jan. 18
- *Friedrich Loofs* in Halle a. S.	1904 Nov. 3
- *Giacomo Lumbroso* in Rom	1874 Nov. 12
- *Arnold Luschin von Ebengreuth* in Graz	1904 Juli 21
- *John Pentland Mahaffy* in Dublin	1900 Jan. 18
- *Gaston Maspero* in Paris	1897 Juli 15
- *Wilhelm Meyer-Lübke* in Wien	1905 Juli 6
- *Ludwig Mitteis* in Leipzig	1905 Febr. 16
- *Georg Elias Müller* in Göttingen	1914 Febr. 19
- *Samuel Muller Frederikzoon* in Utrecht	1914 Juli 23
Sir *James Murray* in Oxford	1913 Febr. 6
Hr. *Axel Olrik* in Kopenhagen	1911 April 27
- *Edmond Pottier* in Paris	1908 Okt. 29

Philosophisch-historische Klasse

	Datum der Wahl
Hr. *Franz Praetorius* in Breslau	1910 Dez. 8
- *Wilhelm Radloff* in St. Petersburg	1895 Jan. 10
- *Pio Rajna* in Florenz	1909 März 11
- *Moriz Ritter* in Bonn	1907 Febr. 14
- *Karl Robert* in Halle a. S.	1907 Mai 2
- *Michael Rostowzew* in St. Petersburg	1914 Juni 18
- *Edward Schröder* in Göttingen	1912 Juli 11
- *Richard Schroeder* in Heidelberg	1900 Jan. 18
- *Eduard Schwartz* in Straßburg	1907 Mai 2
- *Émile Senart* in Paris	1900 Jan. 18
- *Bernhard Seuffert* in Graz	1914 Juni 18
- *Eduard Sievers* in Leipzig	1900 Jan. 18
Sir *Edward Maunde Thompson* in London	1895 Mai 2
Hr. *Vilhelm Thomsen* in Kopenhagen	1900 Jan. 18
- *Ernst Troeltsch* in Heidelberg	1912 Nov. 21
- *Paul Vinogradoff* in Oxford	1911 Juni 22
- *Girolamo Vitelli* in Florenz	1897 Juli 15
- *Jakob Wackernagel* in Göttingen	1911 Jan. 19
- *Julius Wellhausen* in Göttingen	1900 Jan. 18
- *Paul Wendland* in Göttingen	1914 Juli 9
- *Adolf Wilhelm* in Wien	1911 April 27
- *Ludvig Wimmer* in Kopenhagen	1891 Juni 4
- *Wilhelm Windelband* in Heidelberg	1903 Febr. 5
- *Wilhelm Wundt* in Leipzig	1900 Jan. 18

INHABER DER HELMHOLTZ-MEDAILLE

Hr. *Santiago Ramón y Cajal* in Madrid (1904)
- *Emil Fischer* in Berlin (1908)
- *Simon Schwendener* in Berlin (1912)

INHABER DER LEIBNIZ-MEDAILLE

a. Der Medaille in Gold

Hr. *James Simon* in Berlin (1907)
- *Ernest Solvay* in Brüssel (1909)
- *Henry T. von Böttinger* in Elberfeld (1909)

Joseph Florimond Duc *de Loubat* in Paris (1910)
Hr. *Hans Meyer* in Leipzig (1911)
Frl. *Elise Koenigs* in Berlin (1912)
Hr. *Georg Schweinfurth* in Berlin (1913)

b. Der Medaille in Silber

Hr. *Karl Alexander von Martius* in Berlin (1907)
- *A. F. Lindemann* in Sidmouth, England (1907)
- *Johannes Bolte* in Berlin (1910)
- *Albert von Le Coq* in Berlin (1910)
- *Johannes Ilberg* in Chemnitz (1910)
- *Max Wellmann* in Potsdam (1910)
- *Robert Koldewey* in Babylon (1910)
- *Gerhard Hessenberg* in Breslau (1910)
- *Werner Janensch* in Berlin (1911)
- *Hans Osten* in Leipzig (1911)
- *Robert Davidsohn* in Florenz (1912)
- *N. de Garis Davies* in Kairo (1912)
- *Edwin Hennig* in Berlin (1912)
- *Hugo Rabe* in Hannover (1912)
- *Joseph Emanuel Hibsch* in Tetschen (1913)
- *Karl Richter* in Berlin (1913)
- *Hans Witte* in Neustrelitz (1913)
- *Georg Wolff* in Frankfurt a. M. (1913)
- *Walter Andrae* in Assur (1914)
- *Erwin Schramm* in Bautzen (1914)
- *Richard Irvine Best* in Dublin (1914)

BEAMTE DER AKADEMIE

Bibliothekar und Archivar der Akademie: Dr. *Köhnke*, Prof.
Archivar und Bibliothekar der Deutschen Kommission: Dr. *Behrend*.
Wissenschaftliche Beamte: Dr. *Dessau*, Prof. — Dr. *Harms*, Prof. — Dr. *von Fritze*, Prof. — Dr. *Karl Schmidt*, Prof. — Dr. Frhr. *Hiller von Gaertringen*, Prof. — Dr. *Ritter*, Prof. — Dr. *Apstein*, Prof. — Dr. *Paetsch*. — Dr. *Kuhlgatz*.

WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER UND DER BEAMTEN.

Hr. Dr. *von Auwers*, Prof., Wirkl. Geh. Oberregierungsrat, Lichterfelde 3, Bellevuestr. 55.
- - *Beckmann*, Prof., Geh. Regierungsrat, Dahlem (Post: Lichterfelde 3), Thielallee 67.
- - *Branca*, Prof., Geh. Bergrat, W 15, Schaperstr. 15.
- - *Brandl*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 10, Kaiserin-Augusta-Str. 73.
- - *Brunner*, Prof., Wirkl. Geh. Rat, W 62, Lutherstr. 36.
- - *Burdach*, Prof., Geh. Regierungsrat, Grunewald, Schleinitzstr. 6.
- - *Diels*, Prof., Geh. Oberregierungsrat, W 50, Nürnberger Str. 65.
- - *Dressel*, Professor, W 8, Kronenstr. 16.

Hr. Dr. *Einstein*, Professor, Wilmersdorf, Wittelsbacherstr. 13.
- - *Engler*, Prof., Geh. Oberregierungsrat, Dahlem (Post: Steglitz), Altensteinstr. 2.
- - *Erdmann*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 1, Marienstr. 6.
- - *Erman*, Prof., Geh. Regierungsrat, Dahlem (Post: Steglitz), Peter-Lenné-Str. 36.
- - *Fischer*, Prof., Wirkl. Geh. Rat, N 4, Hessische Str. 2.
- - *Frobenius*, Prof., Geh. Regierungsrat, Charlottenburg 2, Leibnizstr. 83.
- - *Goldschmidt*, Prof., Charlottenburg 4, Bismarckstr. 72.
- - *de Groot*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 3, Dahlemer Str. 69.
- - *Haber*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 3, Faradayweg 8.
- - *Haberlandt*, Prof., Geh. Regierungsrat, Dahlem (Post: Steglitz), Königin-Luise-Str. 1.
- - *von Harnack*, Prof., Wirkl. Geh. Rat, Grunewald, Kunz-Buntschuh-Str. 2.
- - *Hellmann*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 35, Schöneberger Ufer 48.
- - *Helmert*, Prof., Geh. Oberregierungsrat, Potsdam, Geodätisches Institut.
- - *Hertwig*, Prof., Geh. Medizinalrat, Grunewald, Wangenheimstr. 28.
- - *Heusler*, Professor, W 30, Viktoria-Luise-Platz 12.
- - *Hintze*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 15, Kurfürstendamm 44.
- - *Hirschfeld*, Prof., Geh. Regierungsrat, Charlottenburg 2, Mommsenstr. 6.
- - *Liebisch*, Prof., Geh. Bergrat, Westend, Leistikowstr. 2.
- - *Loeschcke*, Prof., Geh. Regierungsrat, NW 40, Hindersinstr. 6.
- - *Lüders*, Professor, Charlottenburg 4, Sybelstr. 19.
- - *Meyer, Eduard*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 3, Mommsenstr. 7/8.
- - *Meyer, Kuno*, Professor, Wilmersdorf, Nassauische Str. 48.
- - *Morf*, Prof., Geh. Regierungsrat, Halensee, Kurfürstendamm 100.
- - *Müller*, Professor, Zehlendorf, Berliner Str. 14.
- - *Müller-Breslau*, Prof., Geh. Regierungsrat, Grunewald, Kurmärker Str. 8.
- - *Nernst*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 35, Am Karlsbad 26a.
- - *Norden*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 3, Karlstr. 26.
- - *Orth*, Prof., Geh. Medizinalrat, Grunewald, Humboldtstr. 16.
- - *Penck*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 15, Knesebeckstr. 48/49.
- - *Planck*, Prof., Geh. Regierungsrat, Grunewald, Wangenheimstr. 21.
- - *Roethe*, Prof., Geh. Regierungsrat, Westend, Ahornallee 39.
- - *Rubens*, Prof., Geh. Regierungsrat, NW 7, Neue Wilhelmstr. 16.
- - *Rubner*, Prof., Geh. Medizinalrat, W 50, Kurfürstendamm 241.
- - *Sachau*, Prof., Geh. Oberregierungsrat, W 62, Wormser Str. 12.
- - *Schäfer*, Prof., Großherzogl. Badischer Geh. Rat, Steglitz, Friedrichstr. 7.
- - *von Schmoller*, Prof., Wirkl. Geh. Rat, W 62, Wormser Str. 13.
- - *Schottky*, Prof., Geh. Regierungsrat, Steglitz, Fichtestr. 12a.
- - *Schuchhardt*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 1, Teltower Str. 139.
- - *Schulze, Franz Eilhard*, Prof., Geh. Regierungsrat, N 4, Invalidenstr. 43.
- - *Schulze, Wilhelm*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 10, Kaiserin-Augusta-Str. 72.

Hr. Dr. *Schwarz*, Prof., Geh. Regierungsrat, Grunewald, Humboldtstr. 33.
- - *Schwarzschild*, Prof., Geh. Regierungsrat, Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium.
- - *Schwendener*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 10, Matthäikirchstr. 28.
- - *Seckel*, Prof., Geh. Justizrat, Charlottenburg 5, Witzlebenplatz 3.
- - *Seler*, Professor, Steglitz, Kaiser-Wilhelm-Str. 3.
- - *Sering*, Prof., Geh. Regierungsrat, Grunewald, Luciusstr. 9.
- - *Struve*, Prof., Geh. Regierungsrat, Babelsberg, Sternwarte.
- - *Stumpf*, Prof., Geh. Regierungsrat, W 50, Augsburger Str. 45.
- - *Waldeyer*, Prof., Geh. Obermedizinalrat, W 62, Lutherstr. 35.
- - *Warburg*, Prof., Wirkl. Geh. Oberregierungsrat, Charlottenburg 2, Marchstr. 25b.
- - *von Wilamowitz-Moellendorff*, Prof., Wirkl. Geh. Rat, Westend, Eichenallee 12.
- - *Willstätter*, Prof., Geh. Regierungsrat, Lichterfelde 3, Faradayweg 10.
- - *Zimmermann*, Wirkl. Geh. Oberbaurat, NW 52, Calvinstr. 4.

Hr. Dr. *Apstein*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, NW 52, Flemingstr. 5.
- - *Behrend*, Archivar und Bibliothekar der Deutschen Kommission, Lichterfelde 3, Knesebeckstr. 8a.
- - *Dessau*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, Charlottenburg 4, Leibnizstr. 57.
- - *von Fritze*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, W 62, Courbièrestr. 14.
- - *Harms*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, Friedenau, Ringstr. 44.
- - Freiherr *Hiller von Gaertringen*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, Westend, Ebereschenallee 11.
- - *Köhnke*, Prof., Bibliothekar und Archivar, Charlottenburg 2, Goethestr. 6.
- - *Kuhlgatz*, Wissenschaftlicher Beamter, NW 52, Spenerstr. 7.
- - *Paetsch*, Wissenschaftlicher Beamter, W 30, Nollendorfstr. 29/30.
- - *Ritter*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, Friedenau, Hertelstr. 3.
- - *Schmidt, Karl*, Prof., Wissenschaftlicher Beamter, W 62, Lutherstr. 34

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1915.
I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

7. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

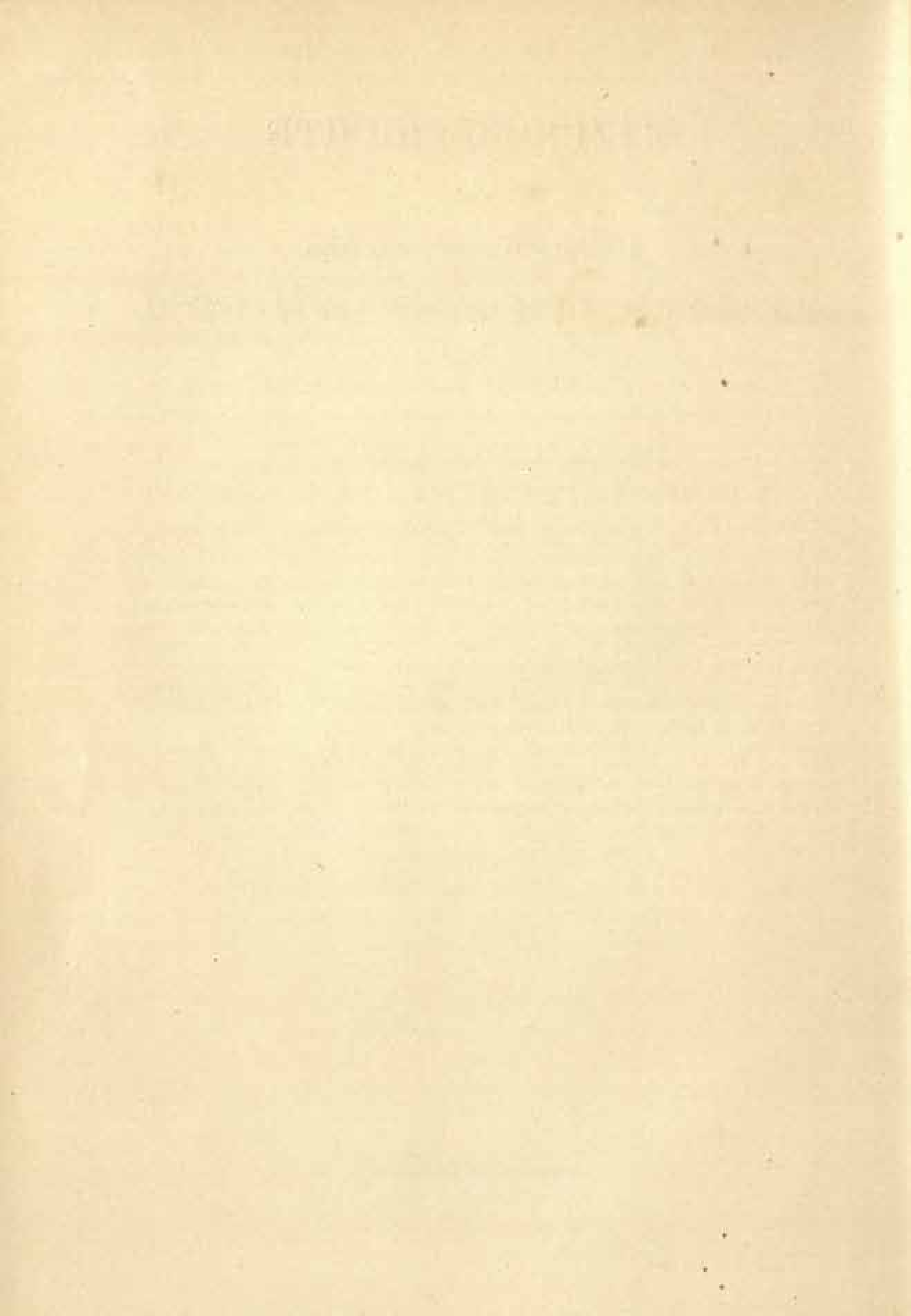
Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Seler las über »Beobachtungen und Studien in den Ruinen von Palenque«. (Abh.)

Er behandelt den großen Gebäudekomplex, der unter dem Namen »Palacio« bekannt ist. Dieser umfaßt ältere und jüngere Gebäude, zu denen von der Südseite des Massivs unterirdische Gänge emporführen. In einem der ältesten der Gebäude, in den der eine der unterirdischen Gänge mündet, fand er unter den oberflächlichen Schichten mit Hieroglyphen und Symbolen von Maya-Charakter alte farbige Malereien, die zu beweisen scheinen, daß ein der Teotiuacan-Kultur des Hochlandes von Mexiko verwandter Stamm die ersten Besiedler dieses Platzes waren.

2. Vorgelegt wurde W. Bousset, Jüdisch-Christlicher Schulbetrieb in Alexandria und Rom (Göttingen 1914).

Ausgegeben am 14. Januar.



1915.
II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

7. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Waldeyer.

Hr. Rubens las: Über Reflexionsvermögen und Dielektrizitätskonstante isolierender fester Körper und einiger Flüssigkeiten.

Während die Untersuchung des Reflexionsvermögens der Metalle im ultraroten Spektrum zu einer einfachen, von der elektromagnetischen Lichttheorie vorausgesagten Beziehung zwischen jener Konstanten und dem elektrischen Leitvermögen geführt hat, ist eine analoge Folgerung aus der Maxwellschen Theorie, welche einen Zusammenhang zwischen dem Reflexionsvermögen und der Dielektrizitätskonstanten isolierender fester Körper fordert, bisher noch nicht eingehend geprüft worden. Die vorliegende Arbeit sucht diese Lücke auszufüllen. Das Reflexionsvermögen von 25 Substanzen wurde für 8 verschiedene Strahlenarten des langwelligen Spektrums bestimmt und gleichzeitig die Dielektrizitätskonstante der untersuchten Stoffe gemessen. Es zeigte sich, daß bereits bei der mit optischen Hilfsmitteln noch erreichbaren Wellenlänge von 300 μ die Maxwellsche Beziehung für alle festen Isolatoren mit befriedigender Annäherung erfüllt ist. Dagegen zeigen die untersuchten Flüssigkeiten ein völlig anderes Verhalten, welches nach einer von Hrn. Debije ausgearbeiteten Theorie in befriedigender Weise erklärt werden kann.

Über Reflexionsvermögen und Dielektrizitätskonstante isolierender fester Körper und einiger Flüssigkeiten.

Von H. Rubens.

Hierzu Taf. I.

Es ist früher gezeigt worden[1], daß die Untersuchung des Reflexionsvermögens der Metalle im Ultrarot zu einer einfachen, von der elektromagnetischen Lichttheorie geforderten Beziehung zwischen dieser optischen Konstanten und dem elektrischen Leitvermögen führt. Ebenso ist nach der Maxwellschen Theorie ein einfacher Zusammenhang zwischen dem Reflexionsvermögen der Nichtleiter für lange Wellen und ihrer Dielektrizitätskonstanten zu erwarten. Bedeutet R das Reflexionsvermögen[2] eines Isolators für solche Strahlung, welche nach der langwelligen Seite von dem ultraroten Absorptionsgebiete der Substanz hinreichend weit entfernt liegt, und ist D seine Dielektrizitätskonstante für statische Felder, so muß nach der Maxwellschen Theorie die Gleichung erfüllt sein

$$R = 100\left(\frac{\sqrt{D}-1}{\sqrt{D}+1}\right)^2.$$

Ob freilich die praktisch erreichbaren langwelligsten Gebiete des Spektrums weit genug von dem Absorptionsstreifen entfernt liegen, um die Anwendung dieser Formel als berechtigt erscheinen zu lassen, kann nur aus dem gesamten Verlauf des Reflexionsvermögens im ultraroten Spektrum geschlossen werden. Dieser muß also bekannt sein, wenn eine genauere Prüfung der Formel vorgenommen werden soll.

Bereits in älteren Arbeiten, welche sich mit der Untersuchung langwelliger Reststrahlen beschäftigen, sind gelegentlich über das Reflexionsvermögen solcher Strahlenarten an einigen Substanzen Angaben gemacht worden, aus welchen sich eine Bestätigung des Maxwellschen

[1] E. Hagen und H. Rubens, Diese Berichte 1903, S. 269 und 410.

[2] Unter dem Reflexionsvermögen R ist das mit 100 multiplizierte Intensitätsverhältnis der reflektierten und einfallenden Strahlung zu verstehen.

Gesetzes auch in solchen Fällen ergab, in welchen das Quadrat des Brechungsexponenten im sichtbaren Gebiet von der elektrisch gemessenen Dielektrizitätskonstanten sehr stark abweicht. Dies wurde zuerst für Quarz und Glas[1], später auch für Flußspat[2] und Steinsalz[3] bewiesen. In der vorliegenden Arbeit werden diese Untersuchungen fortgesetzt. Darin wird das Reflexionsvermögen für acht verschiedene Strahlenarten des langwelligen Spektrums von 25 Substanzen gemessen, für welche die Dielektrizitätskonstante z. T. bekannt ist, z. T. neu bestimmt wurde.

Die verwendeten Strahlenarten waren die Reststrahlen von Flußspat, Steinsalz, Sylvin, Bromkalium, Jodkalium und Thalliumbromür sowie die durch Pappe filtrierte langwellige Strahlung der Quarz-Quecksilberlampe. Da die Reststrahlen von Flußspat sehr inhomogen sind und sich über ein großes Spektralgebiet erstrecken, wurde unter Benutzung der selektiven Absorption einer 5 mm dicken Sylvinplatte einerseits und einer 0.4 mm dicken Quarzplatte andrerseits zwei Teilstrahlungen aus dieser Strahlenart ausgesondert, welche viel homogener sind als die ursprüngliche Reststrahlung und noch hinreichend intensiv, um die gewünschten Messungen des Reflexionsvermögens damit vornehmen zu können. Von den beiden genannten Filterplatten absorbiert die Sylvinplatte den gesamten langwelligeren Teil der Reststrahlung, während sie den kurzwelligen bis etwa 24 μ hindurchläßt. Die Durchlässigkeit der Quarzplatte dagegen nimmt erst bei etwa 30 μ größere Werte an, so daß durch Einschaltung dieser Platte das gesamte kurzwellige Ende des Spektrums abgeschnitten und nur der langwelligste Strahlungsanteil hindurchgelassen wird. Werden beide Platten gleichzeitig eingeschaltet, so wird die Strahlung darin vollkommen absorbiert. Die mittlere Wellenlänge der beiden Teilstrahlungen wurde mit einem Beugungsgitter gemessen und ergab sich zu 22.9 bzw. 32.8 μ. In einigen Fällen, in welchen es sich darum handelte, die mit Hilfe der Quarzplatte isolierte Teilstrahlung ganz besonders rein auch von langwelligeren Strahlen zu erhalten, wurde noch eine 1.2 mm dicke Platte aus Bromkalium in den Strahlengang eingeschaltet, welche bei 33 μ noch mehr als zwei Drittel der Strahlung hindurchläßt, aber jenseits 35 μ stark absorbiert.

Bei den im folgenden beschriebenen Messungen war es besonders wichtig, mit möglichst reinen Reststrahlen zu arbeiten; insbesondere mußte darauf geachtet werden, dieselben von jeder kurzwelligen Beimischung zu befreien. Es zeigte sich, daß bei Verwendung eines Auerbrenners als Lichtquelle für die Reststrahlen von Flußspat drei

[1] H. Rubens und E. Aschkinass, Ann. d. Phys. 65, 1898, S. 241.
[2] H. Rubens und H. Hollnagel, Diese Berichte S. 26, 1910.
[3] H. Rubens und R. W. Wood, Diese Berichte S. 1122, 1910.

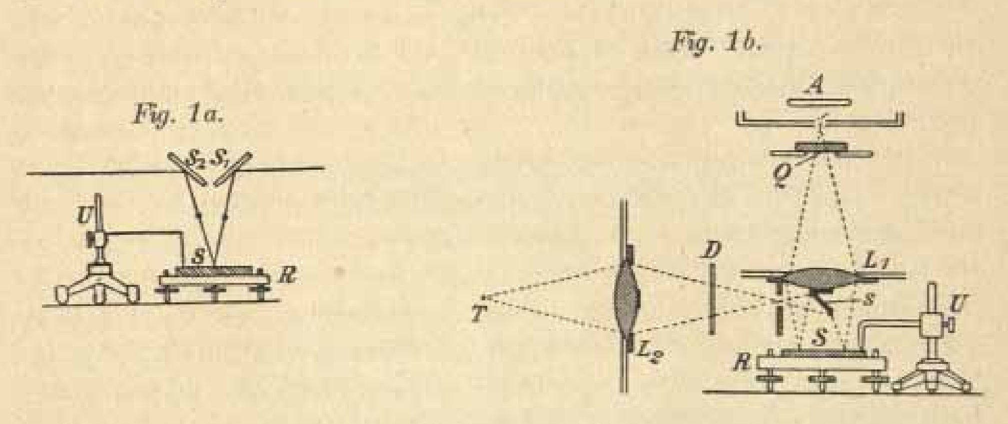
Reflexionen, für die Reststrahlen von Steinsalz und Sylvin vier Reflexionen zur Erzielung genügender Reinheit ausreichend waren, wenn eine Steinsalzplatte zum Einschalten oder Abschirmen der Strahlung bei der Ausschlagsmessung benutzt wurde. Unter diesen Bedingungen betrug die Verunreinigung durch kurzwellige Strahlung bei den drei genannten Strahlenarten weniger als 0.6 Prozent der beobachteten Intensität. Dagegen erreichte die Verunreinigung bei den langwelligeren und erheblich schwächeren Reststrahlen von Bromkalium, Jodkalium und Thalliumbromür unter gleichen Verhältnissen bedeutend höhere Werte. Da das Fenster des zur Strahlenmessung dienenden Mikroradiometers aus einer 0.8 mm dicken Quarzplatte besteht[1], kommt als kurzwellige Verunreinigung im wesentlichen nur die Strahlung des unterhalb 5 μ gelegenen Spektralgebiets in Betracht, denn alle längeren Wellen bis über 30 μ hinaus werden von dieser Quarzplatte absorbiert. Bei einer Vermehrung der Zahl der reflektierenden Flächen wächst nicht nur die Schwierigkeit der Justierung, sondern es nimmt auch die Intensität bedeutend ab. Es wurde deshalb hier zur Reinigung der Reststrahlen das Mittel angewendet, die gesamte Strahlung der Lichtquelle vor ihrer Spiegelung an den Reststrahlenplatten an einer mit Kerzenruß überzogenen ebenen Messingplatte reflektieren zu lassen. Nach früheren Versuchen läßt eine solche Rußschicht die langen Wellen ($\lambda > 50\ \mu$) fast ungeschwächt hindurch, absorbiert dagegen die kurzwelligen Strahlen ($\lambda < 5\ \mu$) nahezu vollständig. Hierdurch wird eine sehr wirksame Reinigung der Reststrahlen erreicht und ihre Intensität nur um 5 — 10 Prozent geschwächt. Durch Anwendung dieses Mittels gelang es unter gleichzeitiger Benutzung des Steinsalzschirmes auch die Reststrahlen von KBr, KJ und TlBr bis auf etwa 1 Prozent von kurzwelligen Beimischungen zu reinigen. Bei der mittels Quarzlinsen isolierten langwelligen Strahlung der Quarzquecksilberlampe waren nur geringe Spuren von Verunreinigung zu bemerken. Diese wurden durch das im Strahlengang befindliche Pappefilter vollkommen beseitigt.

Die Messung des Reflexionsvermögens wurde in der früher beschriebenen Weise vorgenommen[2]. Die hierbei in Betracht kommenden Teile der Versuchsanordnung sind durch die Figuren 1 a und 1 b veranschaulicht. Bei den Reststrahlversuchen (Fig. 1 a) wurden die von der Lichtquelle kommenden, schwach divergenten Strahlen an einem unter etwa 50° gegen die Vertikalebene geneigten Silberspiegel S_1 schräg abwärts geworfen und fielen dann auf den horizontal liegenden Spiegel S

[1] Nur bei den Versuchen mit Reststrahlen von Flußspat wurde die im Strahlengange befindliche Filterplatte zum Verschließen des Fensters benutzt.

[2] Vgl. H. Rubens und H. Hollnagel, a. a. O. S. 49 und H. Rubens und R. W. Wood, a. a. O. S. 1135.

aus der zu prüfenden Substanz, wobei ihr Inzidenzwinkel etwa 10° betrug[1]. Nach ihrer Reflexion an S wurden die Strahlen wiederum durch einen unter etwa 50° geneigten Spiegel S_2 horizontal gerichtet und gelangten dann in einen Kasten, in welchem sich die Reststrahlenplatten und ein Hohlspiegel befand, welcher ein Bild der Strahlungsquelle auf dem Thermoelement des Mikroradiometers entwarf. Der Silberspiegel S_2 wurde beim Arbeiten mit den langwelligen Reststrahlen von KBr, KJ und TlBr durch die zuvor erwähnte, zugleich zur Reinigung der Strahlung dienende berußte Messingplatte ersetzt. An Stelle des Spiegels aus dem zu untersuchenden Material S konnte ein Silberspiegel auf das zur Unterlage dienende Tischchen R gelegt und mittels Libelle und Tiefentaster U in dieselbe Lage gebracht werden, welche zuvor die zu prüfende Platte eingenommen hatte. Das Verhältnis der



in beiden Fällen beobachteten Ausschläge wurde als das Reflexionsvermögen des betreffenden Materials angesehen[2]. Bei dem Arbeiten mit der langwelligen Quecksilberdampfstrahlung wurde dieselbe Versuchsanordnung gewählt, welche von Hrn. R. W. Wood und mir früher zur Messung des Reflexionsvermögens langwelliger Strahlen gedient hatte (Fig. 1b). Diese Anordnung besitzt den Vorteil, daß trotz der bedeutenden Öffnungswinkel der Strahlenkegel, mit welchen die Quarzlinsenmethode arbeitet, der mittlere Inzidenzwinkel der Strahlen bei der Reflexion an der zu untersuchenden Substanz (S) bzw. an dem zum Vergleich dienenden Silberspiegel verhältnismäßig klein — im vorliegenden Falle unter 10° — bleibt. In der Figur 1b bedeutet A die Quarzquecksilberlampe, Q eine 1.5 cm dicke Steinsalzplatte, welche

[1] Bei diesem Inzidenzwinkel stimmen die Reflexionsvermögen mit denen für normale Inzidenz bis auf wenige Tausendstel ihres Wertes überein.

[2] Das Reflexionsvermögen des Silbers weicht in den Spektralgebieten, auf welche sich die vorliegende Untersuchung erstreckt, nur um Bruchteile eines Prozents von dem Werte $R = 100$ ab.

zum Abschirmen der Strahlen diente, L_1 und L_2 die Quarzlinsen, s einen auf der Linse L_1 befestigten, unter 45° stehenden Hilfsspiegel, D einen als Strahlungsfilter dienenden Schirm aus 0.4 mm dicker Pappe, T das Thermoelement des Mikroradiometers. Die Bedeutung der übrigen Buchstaben ist dieselbe wie in Fig. 1a.

Die hier verwendeten sehr kostbaren Quarzlinsen sind von der Firma Carl Zeiß ausgeführt und mir von der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften für die hier mitgeteilten Versuche in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt worden. Die Quarzlinsen hatten 12 cm Durchmesser und besaßen in der Mitte eine Dicke von 15 mm, an den Rändern von 3 mm. Sie waren für axiale Abbildung (Bildweite 20 cm, Gegenstandsweite 30 cm) unter Zugrundelegung des Brechungsindex $n = 2.14$ sphärisch korrigiert. Die Linsen bewährten sich als sehr lichtstark, und es gelang mir mit Hilfe derselben, für die durch 0.4 mm dicke Pappe filtrierte langwellige Strahlung der Quarzquecksilberlampe zuverlässige Messungen des Reflexionsvermögens auszuführen.

Bei der Messung des Reflexionsvermögens müssen häufig Ausschläge von sehr verschiedener Größe miteinander verglichen werden. Es ist deshalb unbedingt erforderlich, sich davon zu überzeugen, wieweit die beobachteten Ausschläge den zu messenden Strahlungsintensitäten proportional sind. Es wurde zu diesem Zweck ein von K. Ångström[1] angegebenes, sehr einfaches Verfahren verwendet. Es besteht darin, daß man einen mit mehreren verschließbaren Löchern versehenen undurchlässigen Schirm in den Strahlengang einschaltet, die einzelnen Löcher nach der Reihe öffnet und schließt und die beobachteten Ausschläge notiert. Nunmehr werden mehrere Löcher gleichzeitig geöffnet. Der dann beobachtete Ausschlag muß, wenn Proportionalität zwischen den Ausschlägen und Strahlungsintensitäten vorhanden sein soll, gleich der Summe der beim Öffnen der einzelnen Löcher beobachteten Einzelausschläge sein. Derartige Kontrollmessungen wurden innerhalb der Ausschlagsgrenzen 4 mm bis 200 mm mehrfach vorgenommen, ohne daß eine mehr als ein Prozent betragende Abweichung von der Proportionalität festgestellt werden konnte.

Die Genauigkeit der erhaltenen Werte für das Reflexionsvermögen ist natürlich von der Intensität der verwendeten Strahlenarten abhängig. Bei den Reststrahlen von Flußspat, Steinsalz und Sylvin verfügt man freilich über so bedeutende Strahlungsintensitäten, daß hier eine Beschränkung der Meßgenauigkeit durch Ablesungsfehler nicht in Betracht kommt, weil mit Ausschlägen von mehreren hundert Skalenteilen ge-

---

[1] K. Ångström, Wied. Ann. 26, S. 260, 1885.

arbeitet werden kann. Dagegen muß man bei den Reststrahlen von Bromkalium, Jodkalium und Thalliumbromür unter den hier obwaltenden Versuchsbedingungen mit Maximalausschlägen von 60 — 25 mm auskommen, und bei der langwelligen Strahlung des Quecksilberdampfs betrugen die Ausschläge ebenfalls nur bis 25 mm. Dieser Nachteil wurde jedoch durch stärkere Häufung der Beobachtungen teilweise ausgeglichen. Im allgemeinen werden in der vorliegenden Untersuchung die Fehler in der Messung des Reflexionsvermögens, soweit sie durch Unsicherheit in der Ausschlagsablesung hervorgerufen werden, ein Prozent kaum übersteigen. Dagegen können durch unvollkommene Oberflächenbeschaffenheit der untersuchten Spiegel größere Fehler entstehen. Die meisten der hier untersuchten Substanzen, hauptsächlich die aus gepreßten Pulvern hergestellten, sind mechanisch nicht leicht zu bearbeiten, und es gelang in einigen Fällen erst nach vielen vergeblichen Versuchen, optisch einigermaßen plane Flächen zu erzielen. Die größten Schwierigkeiten boten in dieser Beziehung Jodkalium und Sublimat, hauptsächlich infolge der porösen Struktur der Materialien. Auf vollkommene Politur der Spiegel wurde wegen der großen Wellenlänge des untersuchten Spektralbereichs nur geringes Gewicht gelegt. Um ein Urteil über die Größe der durch mangelhafte Oberflächenbeschaffenheit der Spiegel hervorgerufenen Fehler zu gewinnen, wurden für einige Substanzen mehrere Spiegel hergestellt und untersucht, deren Oberflächen nach verschiedenen Methoden bearbeitet waren. Die Unterschiede des Reflexionsvermögens waren stets gering und blieben meist unter ein Prozent.

Die Ergebnisse der Reflexionsmessungen an 19 festen Körpern und 6 Flüssigkeiten sind in der folgenden Tabelle I zusammengestellt[1]. Ihre Anordnung und die Bedeutung der einzelnen Zahlen ist mit Ausnahme der letzten beiden Spalten ohne weitere Erklärung verständlich. Von den früher im langwelligen Spektrum gemessenen Reflexionsvermögen sind mit den neu bestimmten Werten der Tabelle 1 nur wenige direkt vergleichbar. Soweit dies der Fall ist, herrscht befriedigende Übereinstimmung[2].

Der Inhalt der Tabelle ist zum größten Teil in den Kurven der Tafel I graphisch dargestellt, welche für 13 der untersuchten festen Körper und

[1] Auch mit den langwelligen Reststrahlen von Thalliumjodür ($\lambda = 152\,\mu$) wurden einige Messungen ausgeführt. Der Maximalausschlag betrug jedoch in diesem Falle nur 7 mm. Die Reflexionsmessungen wurden deshalb auf Bleichlorid und die Thalliumsalze beschränkt, welche in diesem Spektralgebiet sehr hohe Reflexionsvermögen besitzen. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in den Kurven der Fig. 2 verwertet.

[2] Der größeren Reinheit der Reststrahlen entsprechend sind die neu beobachteten Reflexionsvermögen für Reststrahlen von Bromkalium sämtlich etwas höher (meist 1 — 2 Prozent) als die früher beobachteten Werte (H. Rubens und H. Hollnagel, a. a. O. S. 50).

6 Flüssigkeiten das Reflexionsvermögen als Funktion des Logarithmus der Wellenlänge wiedergeben. Freilich entsprechen diese Kurven insofern nicht ganz dem wirklichen Verlauf des Reflexionsvermögens, als die einzelnen Reststrahlenarten, mit welchen die Messungen ausgeführt werden

Tabelle I.

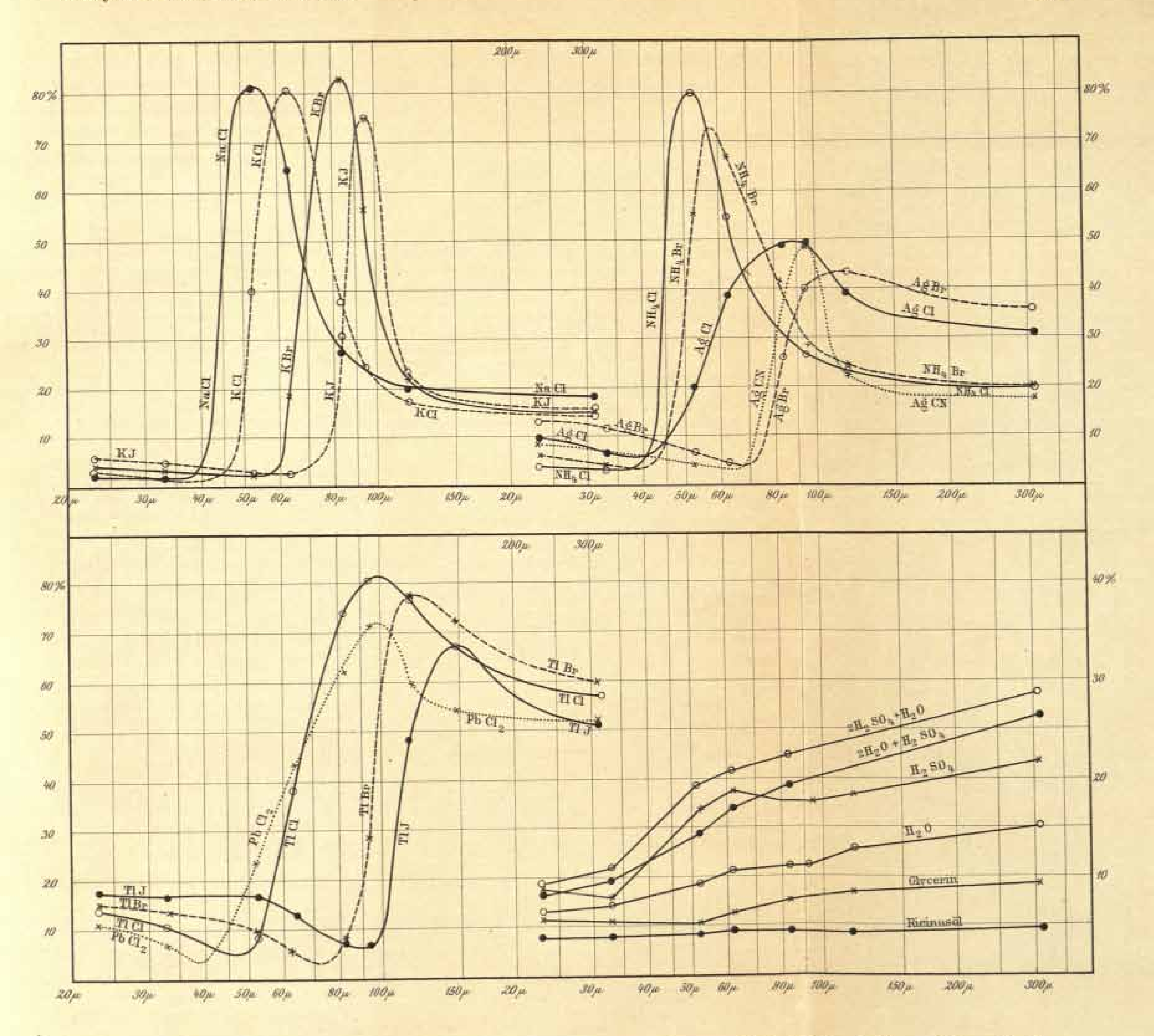
Substanz	Reflexionsvermögen R für Reststrahlen von							R Hg Dampfstrahlung. Etwa 300 μ	Dielektrizitäts-Konstante D	$R_\sim$
	$CaFl_2$ 23 μ	$CaFl_2$ 33 μ	NaCl 52 μ	KCl 63 μ	KBr 83 μ	KJ 94 μ	TlBr 117 μ			
Kalkspat[1]	4.9	61.0	19.6	12.7	31.6	65.6	39.6	25.0	8.3	23.5
Marmor	5.2	53.3	18.0	11.8	25.1	54.4	36.0	24.5	8.2	23.2
Gips[1]	13.2	18.5	33.0	28.5	30.9	35.4	23.8	22.1	7.5	21.6
Flußspat	55.3	83.0	30.0	25.2	21.6	20.4	20.6	19.9	6.82	19.9
Steinsalz	2.1	1.7	80.2	64.5	27.5	24.3	19.9	17.9	5.82	17.2
Sylvin	2.3	1.6	39.9	80.0	37.5	24.4	17.4	14.0	4.75	13.8
Bromkalium	3.8	3.2	2.2	18.0	82.8	56.3	21.9	14.9	4.66	13.5
Jodkalium	5.6	4.4	2.2	2.3	30.2	75.0	23.0	15.8	5.10	14.9
Ammoniumchlorid	3.8	3.1	79.5	54.7	32.3	26.3	23.4	19.8	6.85	20.0
Ammoniumbromid	6.0	3.8	55.1	66.4	41.5	28.8	24.4	21.1	6.98	20.3
Chlorsilber	9.4	6.9	19.9	38.8	48.9	49.3	39.1	31.4	10.9	28.5
Bromsilber	12.9	11.7	6.10	4.3	25.9	40.0	42.7	35.6	12.1	30.7
Zyansilber	8.3	7.0	4.0	3.2	32.4	48.8	22.0	17.3	5.57	16.4
Sublimat	—	—	—	—	—	—	22.6	19.3	6.52	19.1
Kalomel	9.8	8.3	6.8	4.5	35.0	56.5	51.3	33.5	9.36	25.7
Thalliumchlorür	13.9	10.5	8.1	38.0	74.0	80.6	76.0	56.7	35	51
Thalliumbromür	15.1	13.1	9.6	5.5	8.2	28.0	76.8	59.7	42	54
Thalliumjodür	17.4	16.7	16.3	12.1	7.2	6.9	48.6	50.3	30	47
Bleichlorid	10.2	6.9	23.3	43.2	61.8	71.4	58.9	51.8	42	54
Wasser	6.5	7.2	9.3	10.6	10.9	11.1	12.7	15.1	81	64
Schwefelsäure	8.8	7.9	16.9	18.7	17.7	17.7	18.4	21.7	—	—
$2H_2SO_4 + H_2O$	9.2	10.9	19.4	20.6	22.3	—	—	28.8	—	—
$2H_2O + H_2SO_4$	8.1	9.6	14.2	17.0	19.0	—	—	26.5	—	—
Glyzerin[2]	5.8	5.5	5.2	6.3	7.5	—	8.5	9.4	56.2	58[1]
Rizinusöl	4.0	4.0	4.1	4.5	4.4	—	4.3	4.8	4.78	13.9

mußten, inhomogen sind. Die Kurven entsprechen also einer spektrobolometrischen Aufnahme mit zu breitem Spalt und zeigen daher einen etwas abgerundeteren Verlauf, als er sich bei Benutzung vollkommen homogener Strahlen ergeben würde.

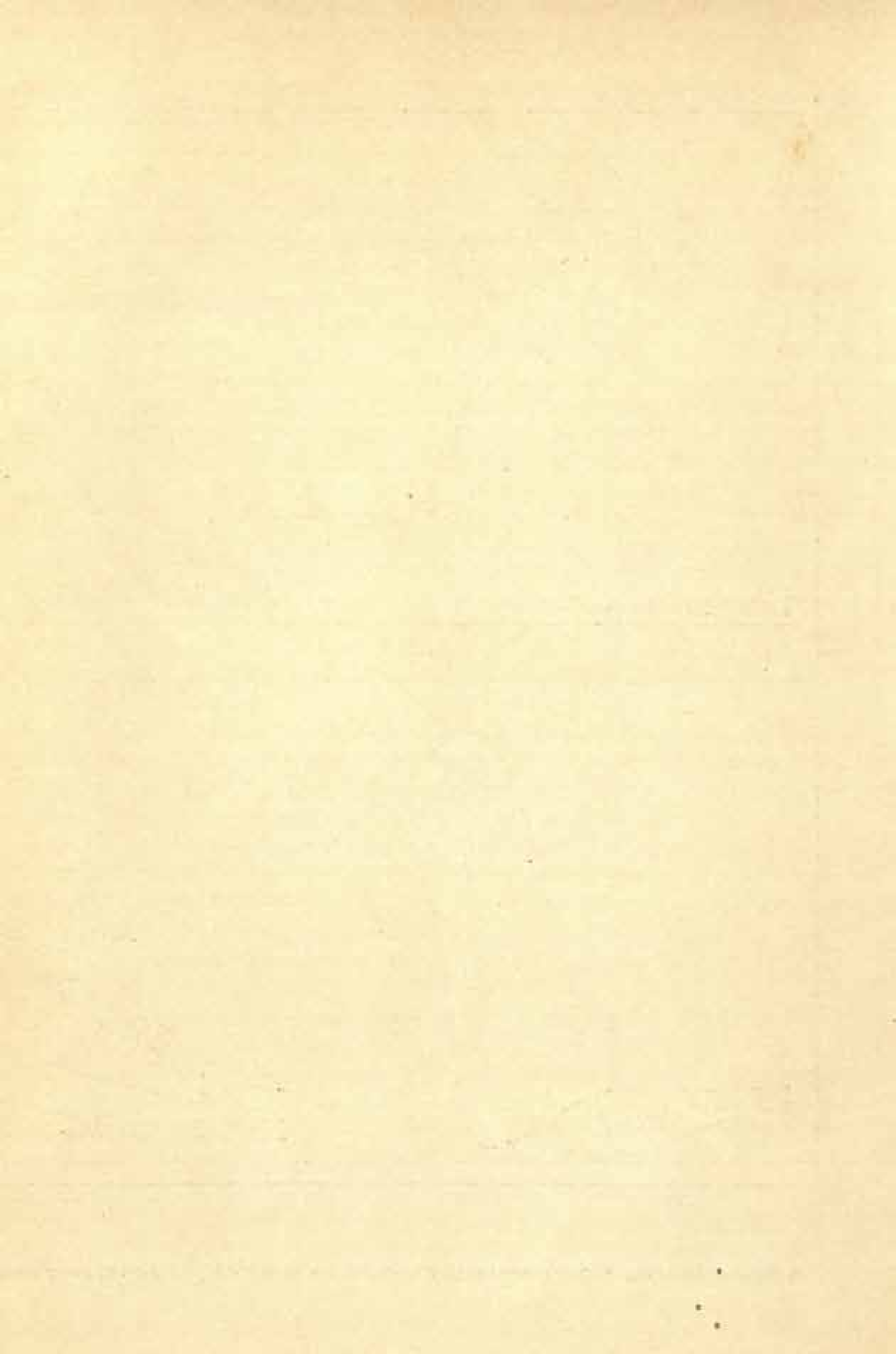
Zunächst lehrt ein Blick auf die Zahlen der Tabelle I oder auf die Kurven der Tafel I, daß hier die festen Körper ein ganz anderes Verhalten

[1] Die Platten aus Kalkspat und Gips waren polierte Spaltstücke.

[2] Glyzerin zeigt in dem Bereich der Hertzschen Wellen zwischen $\lambda = 0.4$ cm und $\lambda = 1200$ cm starke anomale Dispersion. Die Dielektrizitätskonstante wächst in diesem Spektralgebiet von 2.6 bis 56.2.



H. Rubens: Über das Reflexionsvermögen isolierender fester Körper und einiger Flüssigkeiten im langwelligen Spektrum.



zeigen als die Flüssigkeiten. Bei den meisten festen Körpern nimmt entsprechend den Absorptions- und Dispersionstheorien das Reflexionsvermögen zunächst mit wachsender Wellenlänge ab, steigt dann plötzlich zu sehr hohen Werten an, um nach Erreichung des Maximums erst schnell, dann langsamer abzusinken und sich schließlich einem Grenzwert asymptotisch zu nähern. Bei Körpern mit komplizierterem Bau (Kalkspat, Gips) sind mehrere solcher Maxima vorhanden. Bei den untersuchten Flüssigkeiten dagegen nimmt die Reflexionskurve eine weniger ausgeprägte Gestalt an. Rizinusöl zeigt innerhalb des ganzen untersuchten Spektralgebiets fast das gleiche Reflexionsvermögen, Wasser dagegen läßt einen stetigen Anstieg des Reflexionsvermögens mit wachsender Wellenlänge erkennen. Dieser Anstieg tritt auch bei dem Glyzerin zwischen 50 und 300 μ deutlich hervor, ebenso bei der Schwefelsäure, welche aber außerdem ein schwach ausgeprägtes Reflexionsmaximum zwischen 60 und 70 μ besitzt. Auch bei den beiden hier untersuchten Schwefelsäure-Wasser-Gemischen ist dieses Maximum zu erkennen, wenn auch in viel geringerem Grade. Bemerkenswert ist, daß die aus zwei Volumteilen Schwefelsäure und einem Volumteil Wasser gebildete Mischung an allen Stellen des Spektrums erheblich stärker reflektiert als reine Schwefelsäure und reines Wasser. Dasselbe gilt auch für die verdünntere Lösung (2 Volumteile Wasser auf 1 Volumteil Schwefelsäure) bei $\lambda = 33\,\mu$ und jenseits 82 μ. Man wird dieses eigentümliche Verhalten vermutlich mit der Hydratbildung in Zusammenhang bringen müssen.

Die Reflexionskurven der festen Körper bieten, wie bereits hervorgehoben wurde, in ihrem Verlauf nichts Überraschendes. Immerhin können einige interessante Schlüsse daraus gezogen werden. Zunächst bestätigt sich die Tatsache, daß das Zyansilber, dessen äußerst schwache Reststrahlen durch Messung der Quarzabsorption zu 93 μ bestimmt worden waren[1], an dieser Stelle des Spektrums wirklich ein Reflexionsmaximum aufweist. Ferner geht aus der Betrachtung der Reflexionskurven des Clorsilbers, Bromsilbers, Bleichlorids und der Thalliumsalze ohne weiteres der Grund für die erhebliche Inhomogenität hervor, welche die Reststrahlen der genannten Stoffe zeigen, worauf in früheren Arbeiten wiederholt hingewiesen worden ist[2]. Die Reflexionskurven dieser Stoffe sind von den übrigen dadurch unterschieden, daß jenseits der Maxima nur ein geringes Absinken erfolgt und die asymptotischen Grenzwerte, welchen die Kurven zustreben, sehr hoch liegen. Bei dem Chlorsilber und Bleichlorid wird die Inhomogenität der Reststrahlen

[1] H. Rubens und H. v. Wartenberg, Diese Berichte S. 169, 1914.

[2] H. Rubens, Diese Berichte 1913, S. 531, und H. Rubens und H. v. Wartenberg, a. a. O., S. 178 und 179.

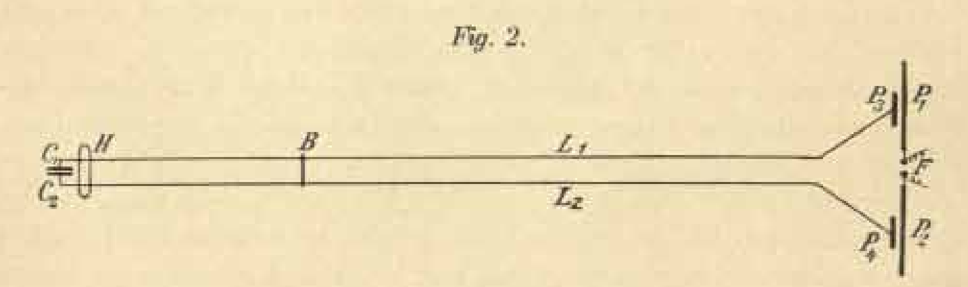
außerdem durch den langsamen Anstieg der Reflexionskurve zum Maximum hervorgerufen.

Die Grenzwerte, welchen sich die Reflexionskurven der festen Körper mit wachsender Wellenlänge nähern, sind nun, wie bereits hervorgehoben wurde, deshalb von besonderem Interesse, weil sie mit den Dielektrizitätskonstanten D der betreffenden Substanzen für langsam veränderliche Felder in nahem Zusammenhang stehen.

Eine Prüfung der eingangs zitierten Beziehung zwischen R und D mit Hilfe des hier mitgeteilten Beobachtungsmaterials wurde zunächst dadurch erschwert, daß nur für wenige der untersuchten festen Körper die Dielektrizitätskonstanten bekannt waren, nämlich nur für die sechs zuerst genannten Materialien der Tabelle I sowie für Thalliumchlorür und Bleichlorid. Hier liegen besonders die sorgfältigen Messungen von W. Schmidt[1] vor, welche nach einer sehr zuverlässigen Methode ausgeführt worden sind, die als eine Kombination des Drudeschen[2] und Starkeschen[3] Verfahrens gekennzeichnet werden kann[4]. Für die übrigen elf festen Substanzen waren die Dielektrizitätskonstanten noch nicht ermittelt, wie denn überhaupt bisher über Dielektrizitätskonstanten chemisch wohl definierter fester Körper sehr wenig bekannt ist. Es wurde deshalb versucht, die hier vorhandene Lücke durch neue Beobachtungen auszufüllen.

Zur Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten wurde die Lechersche Versuchsanordnung[5] gewählt, bei welcher, da mit schnellen elektrischen Schwingungen gearbeitet wird, ein etwa vorhandenes schwaches Leitvermögen der zu untersuchenden Substanzen die Messungen nicht stört. Fig. 2 gibt ein Schema der Anordnung. Die quadratischen Zink-

Fig. 2.



platten P_1 und P_2 (30 × 30 cm) des primären Leiters sind durch einen 10 cm langen Draht miteinander verbunden, welcher in der Mitte die

[1] W. Schmidt, Ann. d. Phys. 9, S. 919, 1902, und 11, S. 114, 1903.

[2] P. Drude, Wied. Ann. 61, S. 466, 1897.

[3] H. Starke, Wied. Ann. 60, S. 629, 1897.

[4] Diese Methode ist zuerst von F. Löwe, Wied. Ann. 66, S. 390, 1898, angewendet worden.

[5] E. Lecher, Wied. Ann. 42, S. 142, 1891.

Funkenstrecke F enthält; an dieser münden die Poldrähte eines kleinen Induktors mit DEPREZ-Unterbrecher. Gegenüber von P_1 und P_2 stehen die kleinen, quadratischen Platten P_3 und P_4 von 10 cm Kante. An diesen sind die 3.5 m langen LECHERschen Drähte L_1 und L_2 befestigt, welche in einem Abstande von 8 cm senkrecht zur Ebene des Primärleiters ausgespannt sind. Am Ende der Drähte befindet sich ein Plattenkondensator $C_1 C_2$, dessen eine Platte C_1 feststeht, während die andere C_2 mit Hilfe einer sorgfältig gearbeiteten Schlittenführung senkrecht zu ihrer Ebene um meßbare Beträge verschoben werden kann. Die Ganghöhe der den Schlitten bewegenden Schraube betrug 1 mm, der Kopf der Schraube war in 100 Teile geteilt, von denen Zehntel noch leicht abgelesen werden konnten. Eine verschiebbare Drahtbrücke B gestattete das LECHER-System in zwei miteinander in Resonanz stehende Kreise abzuteilen. Das Vorhandensein der Resonanz wurde durch das Aufleuchten eines in unmittelbarer Nähe des Kondensators über die Paralleldrähte gelegten Heliumrohres H festgestellt. Die Messung der Dielektrizitätskonstanten geschah mit Hilfe dieser Anordnung in folgender Weise. Der Abstand zwischen den Kondensatorplatten C_1 und C_2 wurde so groß gewählt, daß eine planparallele Platte aus dem zu untersuchenden Dielektrikum zwischen die Kondensatorplatten geschoben werden konnte und außerdem noch eine dünne Luftschicht von der Dicke ε übrigblieb. Dann wurde die Brücke B angenähert in die Resonanzlage gebracht, so daß die Heliumröhre leuchtete. Durch Drehung der Mikrometerschraube, welche die Schlittenführung bewegte, an der die Platte C befestigt war, wurde nunmehr genau auf das Resonanzmaximum eingestellt und die zugehörige Trommelstellung abgelesen. Dann wurde die zu untersuchende Platte aus dem Kondensator entfernt, die Platte C_2 mit Hilfe der Schlittenführung der Platte C_1 so weit genähert, bis wieder Resonanz eintrat. Ist die beobachtete Verschiebung der Platte C_2 gleich δ und ist d die Dicke der Platte aus dem zu untersuchenden Dielektrikum, so berechnet sich hieraus die Dielektrizitätskonstante der Substanz zu $D = \frac{d}{d-\delta}$. Derartige Messungen wurden für jede Substanz unter möglichster Variation aller Versuchsbedingungen häufig wiederholt. Insbesondere wurde durch Verschiebung der Brücke B die zur Resonanz beider Kreise erforderliche Dicke der Luftschicht ε zwischen weiten Grenzen geändert, ohne daß ein erheblicher Einfluß auf die beobachtete Größe δ bzw. auf die gemessene Dielektrizitätskonstante zu erkennen war. Die Wellenlänge der elektrischen Schwingungen, mit welchen hier gearbeitet wurde, schwankte zwischen 10 und 15 m.

Aus den zu untersuchenden Materialien standen angenähert planparallele kreisförmige Platten von ca. 7 cm Durchmesser und 1—5 mm

Dicke zur Verfügung. Es ließen sich deshalb nur Kondensatoren von kleinen Dimensionen anwenden. Es wurden zwei Kondensatoren benutzt, deren Plattenpaare 6 bzw. 4.5 cm Durchmesser besaßen. Inwieweit Messungen der Dielektrizitätskonstanten mit so kleinen Kondensatoren, bei welchen der Abstand der Platten verhältnismäßig groß ist, nach der angegebenen Methode zu richtigen Resultaten führen, ließ sich nicht ohne weiteres voraussehen. Deshalb wurde das Verfahren zunächst an einer Anzahl von Stoffen erprobt, für welche die Dielektrizitätskonstanten zuverlässig bekannt sind. Von den meisten dieser Stoffe wurden Platten von verschiedener Dicke verwendet, um festzustellen, ob die Dicke der Platte einen Einfluß auf die gemessene Dielektrizitätskonstante ausübt. Die Resultate dieser Messungen sind in Tabelle II zusammengestellt. Dieselbe enthält in sechs aufeinander

Tabelle II.

Substanz	Dicke der Platte d mm	Dielektr. Konst. D kl. Kond.	Dielektr. Konst. D gr. Kond.	D Mittel	Dielektr. Konst. nach anderen Beobachtern[1]
Paraffin	1.91	2.15	2.11	2.12	1.94 (v. Pirani)
	4.10	2.15	2.08		2.28 (Hormell)
Ebonit	2.04	2.92	2.91	2.94	2.72 (Winkelmann)
	3.92	2.98	2.95		2.97 (Pellat-Sacerdote)
Quarz ‖	1.93	4.62	—	4.65	4.60 (W. Schmidt)
	3.99	4.69	—		4.55 (J. Curie)
Steinsalz	3.12	5.84	—	5.82	5.60 (W. Schmidt)
	4.22	5.80	—		6.29 (Starke)
Flußspat	2.174	6.82	—	6.82	6.70 (W. Schmidt)
	4.087	6.73	—		6.80 (J. Curie)
	5.853	6.91	—		6.92 (Starke)
Marmor	2.710	8.14	8.30	8.22	8.3 (W. Schmidt)

folgenden Spalten die Namen der untersuchten Stoffe, die mit einem Zeissschen Dickenmesser ermittelten Plattendicken, die mit den kleineren und größeren Kondensatorplatten beobachteten Dielektrizitätskonstanten, den Mittelwert hieraus und in der letzten Spalte einige Angaben anderer Beobachter für die Dielektrizitätskonstanten derselben Stoffe. Für Paraffin und Ebonit, welche bezüglich ihrer Zusammensetzung nicht genau definiert sind, schwanken die Angaben in der Literatur etwa innerhalb der angegebenen Grenzen. Die Zahlen der

[1] M. v. Pirani, Diss., Berlin 1903; Hormell, Phil. Mag. (6) 3, 52, 1902; W. Winkelmann, Wied. Ann. 38, 161, 1889; Pellat u. Sacerdote, C. R. 127, 544, 1898; J. Curie, Ann. de Chim. et de Phys. (6) 17, 385, 1889.

Tabelle lassen dreierlei erkennen: 1. Die mit den kleinen Kondensatorplatten gemessenen Werte sind von den mit den größeren Platten erhaltenen nicht merklich verschieden. 2. Die Plattendicke hat innerhalb der hier eingehaltenen Grenzen auf das Ergebnis der Messung geringen Einfluß. 3. Die nach diesem einfachen Verfahren gemessenen Dielektrizitätskonstanten stimmen mit den nach anderen Methoden ermittelten bis auf einige Prozente überein. Man darf hiernach annehmen, daß die beschriebene Versuchsanordnung auch für die übrigen Substanzen richtige Werte der Dielektrizitätskonstanten liefert. Allerdings wird die Meßgenauigkeit um so kleiner, je größer die Dielektrizitätskonstante der untersuchten Stoffe ist, weil sich die Größe δ dann von der Plattendicke d nur noch wenig unterscheidet. Es wurde deshalb zur Ermittelung der hohen Dielektrizitätskonstanten der Thalliumsalze ein anderes Verfahren gewählt.

Zwischen den Drähten L_1 und L_2, unmittelbar an den Platten P_3 und P_4 wurde ein Kohlrauschscher Kondensator von 8 cm Plattenradius und 3 mm Plattenabstand eingeschaltet und dadurch die Kapazität des Lecher-Systems an demjenigen Ende, welches dem Primärleiter zugekehrt war, bedeutend vermehrt. An Stelle des kleinen variabeln Meßkondensators c_1 c_2 wurde ein großer Luftkondensator mit Platten von 10 cm Radius eingeschaltet und für eine Reihe von Plattenabständen, welche zwischen 0.5 und 5.0 mm variierten, die Resonanzstellung der Brücke aufgesucht und an einer Millimeterteilung abgelesen. Die Kapazität des Luftkondensators wurde für jeden Plattenabstand mit Hilfe der Kirchhoffschen Formel[1] berechnet und dann eine Kurve gezeichnet, welche die zwischen den Drahtenden eingeschaltete Kapazität als Funktion der Brückenstellung wiedergab. Jetzt wurde der Luftkondensator durch einen kleinen Kondensator ersetzt, der aus zwei kreisförmigen Stanniolplatten von 3 cm Radius und 0.02 mm Dicke gebildet wurde, welche auf die beiden gegenüberliegenden Flächen der zu untersuchenden Platte mit einem Tröpfchen Olivenöl aufgeklebt waren. Die Resonanzstellung der Brücke wurde abermals aufgesucht und hieraus mit Hilfe der gezeichneten Kurve die Kapazität C des kleinen Kondensators ermittelt. Sie gilt für den Fall, daß sich zwischen seinen Platten die zu untersuchende Substanz befindet. Berechnet man nun die Kapazität c des »leeren« Kondensators aus den bekannten Dimensionen mit Hilfe der Kirchhoffschen Formel, so ergibt sich die gesuchte Dielektrizitätskonstante $D_1 = \frac{C}{c}$.

[1] G. Kirchhoff, Ges. Abh. S. 112.

Auf diese Weise wurden die Dielektrizitätskonstanten der Thalliumsalze ermittelt[1], während diejenigen der übrigen in Tabelle III aufgeführten Substanzen nach der vorher beschriebenen Methode gemessen sind[2]. Um die Ergebnisse beider Methoden miteinander zu vergleichen, wurden die Dielektrizitätskonstannten D_1 von Chlorsilber, Bromsilber und Kalomel auch nach der zweiten Methode gemessen. Es ergaben sich die Werte 10.9, 12.0 und 9.09 in befriedigender Übereinstimmung mit den nach der ersten Methode erhaltenen Zahlen, welche in Tabelle III angegeben sind. Bei der Bewertung der gewonnenen

Tabelle III.

Substanz	Dicke d der Platte mm	D_1	Dichte beob. s_1	Dichte normal s	D
KBr	2.58	4.53	2.72	2.76	4.66
KJ	2.86	4.21	2.75	3.07	5.10
NH_4Cl	3.14	6.62	1.50	1.52	6.85
NH_4Br	2.84	6.98	2.40	2.40	6.98
$AgCl$	1.122	10.9	—	—	10.9
$AgBr$	0.928	12.1	—	—	12.1
$AgCN$	2.18	5.02	3.73	3.94	5.57
Hg_2Cl_2	3.06	9.26	7.07	7.10	9.36
$HgCl_2$	4.27	6.01	5.23	5.42	6.52
$TlCl$	1.488	24.2	6.76	7.02	35
$TlBr$	1.949	23.0	7.13	7.54	42
TlJ	1.660	14.0	6.35	7.06	30

Resultate für die Dielektrizitätskonstanten der in Tabelle III aufgeführten Stoffe ist jedoch weiterhin zu berücksichtigen, daß dieselben in den meisten Fällen keine normale Dichtigkeit besitzen. Dies gilt nicht nur von den gepreßten Pulvern; auch die geschmolzenen Salze, wie Bromkalium und Jodkalium zeigen infolge zahlreicher kleiner eingeschmolzener Luftblasen keine normale Dichtigkeit. Es war deshalb nötig, die Dichte der untersuchten Platten zu bestimmen[3] und das Verhältnis der experimentell gemessenen Dichte s_1 zu der normalen Dichte s der Substanzen bei der Bestimmung der wahren Dielektrizitätskonstanten in Rechnung zu bringen. Die Art, wie dieses zu geschehen hat, ist freilich von der Form der Hohlräume abhängig, welche sich in den Platten befinden. Nimmt man an, was das einfachste ist, daß in Beziehung auf die Di-

[1] Die Wellenlänge der elektrischen Schwingungen betrug bei diesen Messungen etwa 30 m.

[2] Bei diesen Versuchen wurden ausschließlich die größeren Kondensatorplatten von 6 cm Durchmesser benutzt.

[3] Zur Messung der Dichte wurde das Volumen aus den Dimensionen berechnet und in die Masse dividiert. Die Angaben sind daher nur auf etwa ½ Prozent genau.

mensionen dieser Hohlräume keine Vorzugsrichtungen vorh[illegible], so ist man berechtigt, zur angenäherten Berechnung der wahren Dielektrizitätskonstanten D aus der direkt beobachteten scheinbaren Dielektrizitätskonstanten D_1 die von Hrn. H. A. LORENTZ abgeleitete Formel anzuwenden[1]

$$\frac{D_1 - 1}{D_1 + 2} \frac{s}{s_1} = \frac{D - 1}{D + 2}.$$

Da der Betrag der Korrektion nur viermal 10 Prozent des Gesamtwertes der Dielektrizitätskonstanten überschreitet, so wird eine etwa vorhandene schwache Abweichung von der isotropen Struktur der Platten in den meisten Fällen keinen erheblichen Einfluß auf das Endergebnis der Messung ausüben können. Nur bei dem Jodkalium und den Thalliumsalzen sind die Korrektionen sehr beträchtlich; bei der ersten Substanz wegen der starken Abweichung der beobachteten Dichte von dem normalen Wert, bei den letztgenannten Stoffen wegen des großen Absolutwerts der Dielektrizitätskonstanten, in welchem Falle sich aus der LORENTZschen Formel auch bei geringer Änderung der Dichtigkeit erhebliche Änderungen der Dielektrizitätskonstanten berechnen. Jedenfalls ist die Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten der vier genannten Substanzen mit viel größerer Unsicherheit behaftet als bei den übrigen Stoffen. Immerhin zeigt die angenäherte Übereinstimmung des beobachteten Wertes $D = 35$ für TlCl mit dem von W. SCHMIDT gemessenen Betrag $D = 30$, daß die Zahlen der Größenordnung nach richtig sind.

Leider gelang es nicht, aus Bleichlorid eine brauchbare planparallele Platte zur Messung der Dielektrizitätskonstanten herzustellen. Jedoch konnte mit Hilfe einer etwas fehlerhaften Platte gezeigt werden, daß ihre Dielektrizitätskonstante sehr groß ist, etwa von derselben Größenordnung wie bei den Thalliumhalogenen[2].

Wir kehren nunmehr zu der Betrachtung der Tabelle I zurück, in deren beiden letzten Spalten die Dielektrizitätskonstante D und das sich daraus ergebende Reflexionsvermögen R_∞ für unendlich lange Wellen aufgeführt sind. Bei dem Vergleich der beobachteten Reflexionsvermögen mit der Größe R_∞ bleibt zunächst die Frage zu erörtern, ob nicht auch die optisch gemessenen Reflexionsvermögen ebenso wie die Dielektrizitätskonstanten einer Korrektion bedürfen, weil die Dichte der meisten verwendeten Platten hinter dem normalen Betrage merklich zurückbleibt. Eine hierdurch bedingte Korrektion ist jedoch,

---

[1] H. A. LORENTZ, WIED. Ann. 9, S. 641, 1880.

[2] Nach Hrn. A. LENERT, Verh. d. Dt. Phys. Ges. 12, 1051, 1910 soll die Dielektrizitätskonstante von $PbCl_2$ nur 4.2 betragen, doch ist der von W. SCHMIDT erhaltene Wert 42 nach den hier mitgeteilten Messungen zweifellos angenähert richtig.

wenn überhaupt, bei den optischen Messungen jedenfalls in sehr viel geringerem Maße anzubringen wie bei der Ermittelung der Dielektrizitätskonstanten. Erfahrungsgemäß sind kleine Löcher in der reflektierenden Platte, wenn die Dimensionen dieser Hohlräume gegen die Wellenlänge klein sind, auf die Intensität der reflektierten Strahlung ohne Einfluß. Wie Hr. Th. Meyer[1] kürzlich gezeigt hat, reflektiert sogar ein Gitter aus parallelen Drähten die senkrecht zur Drahtrichtung polarisierte Strahlung noch praktisch vollkommen, d. h. ebenso wie ein massiver Metallspiegel, wenn Durchmesser und Abstand der Drähte gegen die Wellenlänge klein sind. Es kommt noch hinzu, daß beim Schleifen und Polieren der Platten die Poren und Löcher in der Oberflächenschicht nahezu vollkommen verschwinden. Man wird deshalb annehmen dürfen, daß die gemessenen Reflexionsvermögen für Material von normaler Dichte gelten.

Aus den Zahlen der Tabelle I geht hervor, daß bei allen festen Körpern das Reflexionsvermögen für die langwellige Strahlung des Quecksilberdampfs von dem aus der Dielektrizitätskonstante berechneten Werte von R_∞ nur wenig verschieden ist[2], und zwar ergibt sich die letztere Größe der Dispersionstheorie entsprechend als die kleinere[3]. Ausnahmen von dieser Regel kommen nur bei dem Am-

[1] Th. Meyer, Reflexion langwelliger Wärmestrahlen an rauhen Flächen und Gittern, Dissertation, Berlin 1913.

[2] Bei dem Kalomel ist diese Differenz unverhältnismäßig groß. Die Ursache ist wahrscheinlich in der eigenartigen Struktur der Platte zu suchen, deren Herstellung in einer früheren Arbeit beschrieben worden ist (diese Berichte S. 531, 1913). Die Platte besteht aus Kristallen des quadratischen Systems, deren optische Achsen nahezu senkrecht auf der Plattenoberfläche stehen. Bei der Messung der Dielektrizitätskonstanten waren also die Kraftlinien des elektrischen Feldes angenähert parallel mit der optischen Achse gerichtet, während bei der Bestimmung des Reflexionsvermögens die nahezu senkrecht einfallende Strahlung Felder erzeugt, deren Kraftlinien mit der Plattenoberfläche ungefähr parallel laufen, also auf der optischen Achse fast genau senkrecht stehen. Vermutlich ist die Dielektrizitätskonstante des Kalomels parallel und senkrecht zur optischen Achse verschieden, und zwar in dem Sinne, daß sie im letztgenannten Falle den größeren Wert besitzt. Der in Tabelle I aufgeführte Wert $D = 9.36$ wäre dann zu klein. Aus den hier dargelegten Gründen dürfen auch bei den untersuchten Gips- und Kalkspatplatten nicht die Dielektrizitätskonstanten für parallel zur Spaltfläche geschnittene Platten zum Vergleich herangezogen werden, sondern die entsprechenden Werte von R_∞ sind aus den Dielektrizitätskonstanten zu berechnen, welche für die senkrecht zur Plattennormale liegenden Richtungen gelten. Bei dem optisch zweiachsigen Gips fallen in die Plattenoberfläche je nach der Polarisationsrichtung der Strahlung sehr verschiedene Werte der Dielektrizitätskonstanten, welche zwischen 9.9 und 5.1 schwanken. In Tabelle I ist der Mittelwert 7.5 eingesetzt.

[3] Die Mehrzahl der untersuchten festen Substanzen zeigt in Schichtdicken von einem Millimeter wieder merkliche Durchlässigkeit für die langwellige Strahlung des Quecksilberdampfs. Immerhin mag in einigen Fällen der Extinktionskoeffizient noch so beträchtlich sein, daß er eine nachweisbare Erhöhung des Reflexionsvermögens herbeiführt. Der größte Teil der Differenz zwischen den beobachteten Reflexionsver-

moniumchlorid und Bleichlorid vor: aber auch hier sind die entsprechenden Zahlen so nahe einander gleich, daß das Vorzeichen der Differenz vermutlich auf kleine Beobachtungsfehler zurückzuführen ist. Bei den hier untersuchten festen Körpern ist also jenseits des betrachteten ultraroten Spektralgebiets innerhalb der nächsten 15 Oktaven anomale Dispersion nicht mehr zu erwarten. Jedenfalls wäre sie nicht erforderlich, um die Maxwellsche Beziehung zu befriedigen.

Daß die Dielektrizitätskonstante mancher festen Isolatoren in dem Gebiet der Hertzschen Wellen und selbst darüber hinaus bis zu Ladungsdauern von einigen Zehnteln Sekunde starken Änderungen unterworfen sei, ist in der Literatur mehrfach behauptet worden[1]. Die Ergebnisse dieser Arbeiten stehen jedoch vielfach in Widerspruch miteinander, und es ist wohl möglich, daß die aus den Messungen abgeleiteten Änderungen der Dielektrizitätskonstanten mit der Schwingungsdauer durch Nebenwirkungen vorgetäuscht werden, welche sich besonders bei langsam veränderlichen Feldern bemerkbar machen. Nach dem bisher vorliegenden Beobachtungsmaterial scheint mir Dispersion bei festen Isolatoren im Gebiet Hertzscher Wellen noch nicht sicher bewiesen. Dagegen sind bei vielen Flüssigkeiten elektrische Dispersionen von erheblichem Betrage unzweifelhaft festgestellt. Die hohe Dielektrizitätskonstante vieler Flüssigkeiten kann nach einer von Hrn. P. Debije ausgearbeiteten Theorie[2] nur zum Teil auf Elektronen und Ionen zurückgeführt werden, welche um feste Gleichgewichtslagen schwingen. Nach Hrn. Debijes Anschauung wird ein erheblicher Beitrag zur Dielektrizitätskonstanten solcher Flüssigkeiten durch die Drehung der Moleküle geliefert, welche sich als elektrische Dipole mit den Achsen ihres elektrischen Moments in Richtung der Kraftlinien einzustellen suchen. Diese Einstellung erfolgt aber nicht momentan, sondern bedarf zur Erreichung des stationären Mittelwerts einer kleinen, aber endlichen Zeit. Es ist Hrn. Debije gelungen zu zeigen, daß diese Zeit so groß ist, daß erst im Gebiete der Hertzschen Wellen ein stärkerer Einfluß der molekularen Dipole auf die beobachtete Dielektrizitätskonstante zu erwarten ist.

Die mitgeteilten Versuchsresultate, welche sich auf Flüssigkeiten beziehen, sind hiermit in guter Übereinstimmung; denn bei diesen

mögen und den aus der Dielektrizitätskonstanten berechneten Werten von R_∞ wird jedoch wahrscheinlich durch die Änderung des Brechungsexponenten verursacht.

[1] N. Schiller, Pogg. Ann. 152, 535, 1874; J. J. Thomson, Proc. Roy. Soc. 46, 292, 1889; Jacques Curie, a. a. O.; E. Lecher, a. a. O.; E. S. Ferry, Phil. Mag. (5), 44, 404, 1897; K. F. Löwe, Wied. Ann. 66, 408, 1898 u. a.

[2] P. Debije, Ber. d. Dt. Phys. Ges. S. 777, 1913.

ergibt sich R_∞ größer als das optisch gemessene Reflexionsvermögen[1]. Hier ist also anomale Dispersion im Gebiet der Hertzschen Welle.. zu erwarten. Sie wird daselbst auch tatsächlich beobachtet.

---

[1] Dies gilt auch für Äthylalkohol. Das Reflexionsvermögen dieser Flüssigkeit für die langwellige Quecksilberdampfstrahlung beträgt etwa 5 Prozent, während sich aus der Dielektrizitätskonstanten $D = 26$ für langsam veränderliche Felder der Wert $R_\infty = 45$ berechnet.

Ausgegeben am 14. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1915.
III.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

14. Januar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Hr. Rubner sprach über »Blutversorgung in ihren Beziehungen zu den Funktionen des Muskels«.

Blutverschiebungen kommen im Körper mit Funktionsänderungen der Organe allgemein vor. Ihre Ausdehnung läßt sich nur durch gleichzeitiges Studium der Durchblutung an verschiedenen Körperteilen voll würdigen. Vortragender schildert die Blutverschiebungen am Muskel als Erscheinungen, die vom Zentralorgan ausgehen; bei Ermüdung findet eine völlige Umkehr der normalen Blutverschiebung statt. Für die möglichst lange hinauszuschiebende Ermüdung sind besondere zahlenmäßig fixierte Arbeitspausen notwendig. Die Ermüdung wird durch die Kontraktion eines nicht ermüdeten Muskels in den Arbeitspausen aufgehoben und die Leistungsfähigkeit erheblich gesteigert. Bei vielen Krankheiten ist die Umkehrung der normalen Blutverschiebung die Ursache der störenden Symptome; die Krankheitserscheinungen lassen sich durch thermische Reize in vielen Fällen heilen.

Seine Majestät der Kaiser und König haben geruht, durch Allerhöchsten Erlaß vom 16. Dezember 1914 die Wahlen der ordentlichen Honorar-Professoren an der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin Geheimen Regierungsrats Dr. Richard Willstätter, Mitglieds des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie, und Geheimen Regierungsrats Dr. Fritz Haber, Direktors des Kaiser-Wilhelm-Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie, zu ordentlichen Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Klasse zu bestätigen.

Die Blutversorgung in ihren Beziehungen zu den Funktionen des Muskels.

Von Max Rubner.

Die Organe unseres Körpers, jedes wieder zusammengesetzt aus einer oft ungeheuren Anzahl von Zellen, führen ein Dasein, das sich ebenso wie jenes des ganzen Körpers aus Perioden der Ruhe und Tätigkeit oder, wenn man ein anderes Bild gebrauchen will, aus Schlafen und Wachen zusammensetzt; nur bei wenigen Organen geht die Tätigkeit zeitlebens etwa auf gleicher Stufe der Leistungsfähigkeit weiter.

Solche Tätigkeitsänderungen werden stets von einer Änderung des Blutstromes begleitet; vermehrte Leistung erfordert auch mehr Blut. Die Funktionssteigerungen verbinden sich mit Zunahme des Stoff- und Kraftwechsels, der seinerseits das Ernährungsmaterial in letzter Linie aus dem Blut entnehmen muß. So findet ein Gesamtaustausch zwischen Organen und Blut statt: die Aufnahme der Nahrungsstoffe und die Abgabe von Zersetzungsprodukten. die nahe Beziehung des Muskels zur Blutversorgung ist verständlich, da bei ihm als Arbeitsmaschine die Leistungsfähigkeit mit der Menge der kraftliefernden Stoffe untrennbar verbunden ist.

Dem Blutstrom können aber auch andere als nur rein nutritive Aufgaben gestellt sein. bei den Nieren und vielen Drüsen überwiegt die Bildung von Sekreten und Exkreten, während Gaswechsel und Ernährungszwecke mehr in den Hintergrund treten. In einer dritten Gruppe steht das rein thermische Ziel vermehrter oder verminderter Wärmeabgabe in vorderster Linie, wie das bei der Hautdurchblutung solcher Tiere der Fall ist, welche keine Schweißdrüsen besitzen; im Falle gleichzeitiger Schweißbildung, wie beim Menschen, wird zugleich der sekretorische Charakter der Zirkulation neben der thermischen Aufgabe zu beachten sein. Eine vierte Gruppe von Erscheinungen endlich hat merkwürdigerweise einen ganz innigen Zusammenhang mit psychischen Vorgängen; Scham, Schreck sind als solche Momente für die Durchblutung der Gesichtshaut wenigstens schon lange bekannt, aber

auch bei anderen Vorgängen psychischer Natur kennt man Blutverschiebungen als Begleitprozesse.

Die Blutversorgung kann somit ganz verschiedene Aufgaben erfüllen, die nach der Art der verschiedenen Organbezirke wohl verständlich sind; nur die Bedeutung der mit rein psychischen Vorgängen verlaufenden Änderungen im Blutlauf sind in ihren physiologischen Zwecken nicht nach allen Richtungen hin durchsichtig.

Da die Organe in ihrer Leistung in weitgehendem Maße voneinander unabhängig sind, so können manche nebeneinander tätig sein, auch bedingt manche Organtätigkeit zugleich die Mitarbeit einer anderen Gruppe, wie z. B. die Muskeltätigkeit die Inanspruchnahme des Blutkreislaufes durch die Haut zum Zwecke der Entwärmung des Körpers. Doch hat die gleichzeitige Arbeit der Organe auch ihre Beschränkung. Da nur eine stationäre Blutmenge im Organismus zur Verfügung steht, muß bei Blutfülle arbeitender Organe eine Einschränkung an anderen Stellen eintreten; es existieren verschiedene Gefäßbezirke, die gewissermaßen als Vorratskammer des Blutes zu betrachten sind. Kommen zwei Funktionen mit starkem Blutbedarf gleichzeitig in Frage, so verbleibt der lebenswichtigeren der Hauptblutstrom zur Verfügung. So ist es bei Muskelarbeit und hoher Luftwärme und Feuchtigkeit; das Blut wird zur Entwärmung des Körpers gebraucht, und die Muskelaktion bleibt unter diesen Umständen dauernd eingeschränkt; es besteht die thermische Ermüdung.

Das allgemeine Bild dieses fortwährend wechselnden Blutstromes bedarf im einzelnen einer eingehenden Untersuchung, denn es ist notwendig, eine Aufklärung darüber zu geben, ob namentlich die kompensatorischen Erscheinungen etwas Gesetzmäßiges sind oder ob im Bedarfsfalle ein Organ Blut auch von wechselnden Stellen entnehmen kann.

Die Organisation der Blutzirkulation ermöglicht eine rasche Anpassung an die Bedürfnisse der Gewebe und folgt den entstehenden Affekten und Arbeitsimpulsen unmittelbar. Es ist nachgewiesen, daß dieses wunderbare Spiel der Blutströmung von einem bestimmten nervösen Bezirk aus geleitet wird, den man im Halsmark oder Kopfmark zu suchen hat und der vielleicht noch ausgedehnter sein mag, als bis jetzt angenommen ist. Nach diesem Bezirk laufen Bahnen rein sensibler Natur, thermische Nerven, Reize vom Gehirn aus und solche aus inneren Organen zusammen. Manche Teile dieses Gebietes sind thermisch oder auch durch Blutveränderung reizbar. Zentrifugal gehen von hier aus dann die Bahnen durch sympathische und autonome Nervenfasern zu den Gefäßen der Organe. Wir stehen also in der Regelung der Gefäßinnervation einer sehr komplizierten und vielfach ineinander übergreifenden Arbeit von Einzelzentren gegenüber, deren Mittel mit

den rein nervösen Gefäßreizen nicht erschöpft sind, welche vielmehr wahrscheinlich auch auf dem Wege der Anregung innerer Sekretion ihr Ziel erreichen. Wo es sich um die unbedingte Erhaltung lebenswichtigster Funktionen handelt, wie hinsichtlich des allgemeinen Tonus der Gefäße, sind diese noch einem Zentrum zweiter Ordnung im Rückenmark anvertraut, ja es findet sich sogar nochmals eine weitere Sicherstellung für den Gefäßtonus durch ein Zentrum dritter Ordnung in der Gefäßmuskulatur selbst.

Die Blutverschiebungen lassen sich zum allergrößten Teil ohne jeden operativen Eingriff, daher auch beim Menschen, gut verfolgen, was von ganz besonderer Bedeutung ist. Von allen Methoden hat sich die Anwendung des Plethysmographen als die zweckmäßigste erwiesen, die in ihren Grundzügen von Fick erdacht, dann vor allem von Mosso und anderen weiter ausgebaut wurde. So einfach die Methodik im Prinzip ist, so schwierig ist die sichere Beherrschung der biologischen Bedingungen, welche zur Erzielung zuverlässiger Resultate gegeben sein müssen. Die anzuwendenden Vorsichtsmaßregeln sind in jüngster Zeit von E. Weber genauer gewürdigt worden (Einfluß psychischer Vorgänge auf den Körper, insbesondere auf die Blutverteilung von Prof. Ernst Weber, Berlin 1910). Im ganzen genommen, war die Anwendung der Plethysmographie eine relativ beschränkte, meist auf psychische Probleme gerichtete gewesen, sie beschränkte sich im wesentlichen auf das Studium der Durchblutung eines Organes und verlor damit von vornherein das Maß für kompensierende und sonstwie wertvolle anderweitige wichtige Vorgänge im Gefäßsystem. Wesentliche Fortschritte haben sich durch E. Weber in der Schilderung der Blutverteilung dadurch ergeben, daß er zu gleicher Zeit an mehreren Stellen des Körpers durch geeignete Modifikation der Apparatur plethysmographische und onkographische Messungen sowie Untersuchungen des Blutdrucks usw. ausgeführt hat, während man sich früher hauptsächlich auf die Untersuchung der Veränderungen des bequemsten Objektes, des menschlichen Armes, beschränkte.

Die Versuche wurden, wo nötig, auch durch das Tierexperiment ergänzt und sichergestellt. Aus den Ergebnissen sei hervorgehoben, daß die Begleiterscheinungen der Blutverschiebung meist viel reichhaltiger sind, als man bisher angenommen hat; sie geben uns wenigstens über viele wichtige Bezirke des menschlichen Körpers Aufschluß. Eine Reihe psychischer Vorgänge konnten genauer auf die dabei vorkommende Blutverteilung, die sich nicht auf eine Blutversorgung des Gehirns und eine Minderung des Blutgehalts an einer anderen Stelle beschränkt, untersucht werden. So findet Weber z. B. bei geistiger Arbeit ein Zuströmen von Blut zum Gehirn, wie zu den Bauchorganen,

eine Blutabnahme in den äußeren Teilen des Kopfes und der Glieder und äußeren Teilen des Rumpfes, bei Schreck die gleiche Verteilung wie vorhin, bei Schlaf Blutzustrom nach dem Gehirn und den äußeren Teilen des Rumpfes und der Glieder, bei Lustgefühl Blutstrom nach dem Gehirn, den äußeren Teilen der Kopfhaut und nach den Gliedern und äußeren Teilen des Rumpfes unter Abnahme des Blutes in den Bauchorganen, bei Unlustgefühl Zuströmen nach den Bauchorganen und Abnahme in den anderen drei Bezirken. Die Blutverschiebungen sind also mannigfaltiger, als man angenommen hat, und in Teilen außerhalb des Kopfes umfangreicher als in den funktionell tätigen Organen selbst. Die Bedeutung der Gehirnblutversorgung wird aber durch einen wichtigen neuen Befund ganz besonders herausgehoben. Während früher von mancher Seite das Bestehen vasomotorischer Nerven in den Hirngefäßen bezweifelt wurde, konnte E. WEBER den Nachweis solcher Nerven liefern. Im Halssympathikus verlaufen Fasern, welche auf eine Reizung eine Verengung, und solche, deren Reizung eine Erweiterung der Hirngefäße herbeiführen; erstere sind echte sympathische Fasern mit Unterbrechung im Ganglion cerv. supr., die letzteren stammen aus anderen Bezirken. Das Gehirn hat für sich ein eigenes Vasomotorenzentrum, das mehr hirnwärts von dem allgemeinen Vasomotorenzentrum liegt. Beide Zentren müssen aber für gemeinsame Arbeit miteinander in einer bestimmten Verbindung stehen. Die Versorgung des Gehirns mit Blut geschieht für beide Hemisphären gleichmäßig, aber nicht etwa nur durch die Kommunikation des Gefäßsystems beider Hirnhälften, sondern es findet ein Austausch und eine Ausbreitung der Gefäßnerven von der einen auf die andere Seite statt.

Die vorher kurz erwähnten Verschiebungen bei psychischen Affekten sind also auf die Tätigkeit der beiden Vasomotorenzentren zurückzuführen.

Diese Beispiele für psychische Akte mögen genügen, um die Bedeutung einer Vertiefung der plethysmographischen Methodik als aussichtsreich erscheinen zu lassen. Ihre Anwendung bietet auch auf anderen Gebieten günstige Aussicht für eine Erweiterung unseres Wissens.

Im nachstehenden seien die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengefaßt, die hinsichtlich der Blutbewegung in dem Muskel bei seinen verschiedenen Akten seiner Tätigkeit gewonnen worden sind. Man weiß von dem Muskel, daß wenigstens der des Kaltblüters auch im blutleeren Zustande Bewegungen zu leisten imstande ist, daß aber die Durchblutung die Dauer und Nachhaltigkeit der Leistungen begünstigt. Es ist also berechtigt, anzunehmen, daß nach Einleitung einer Bewegung der Blutstrom der Muskelaktion nachfolgt, um Er-

nährung, Gaswechsel und Abfuhr des Zersetzungsproduktes zu vollziehen. Dieser Prozeß sollte aber nach der üblichen Auffassung nicht für jede Dauerwirkung eingerichtet sein, sondern bei Dauerleistungen sollte es früher oder später zu einer unvollkommenen Abfuhr der Zersetzungsprodukte gelöster Substanzen kommen, welche die Ermüdung des Muskels, schließlich aber die völlige Funktionsunmöglichkeit und Erschöpfung des Muskels bedingen. Diese Schilderung der Prozesse hat ihre Anwendung wesentlich für die der willkürlichen Aktion unterworfenen Muskeln, vor allem der Extremitäten, findet aber keine Anwendung einerseits auf den Herzmuskel, der unermüdlich ist, aber sich freilich insofern von den übrigen Muskeln unterscheidet, als er keine tetanischen Kontraktionen vollführt, anderseits auch nicht für die Atemmuskeln, die zwar tetanische Kontraktionen geben, in ihrem Rhythmus aber automatisch reguliert sind.

Die Erklärung der Ermüdung, wie sie oben gegeben und aus dem tetanisch vom Nerven aus erregten Muskelzustande abgeleitet worden ist, kann, wie schon Mosso gezeigt hat, keine Anwendung auf diejenigen Bewegungsformen finden, welche wir als die natürliche Art der willkürlichen Kontraktion bezeichnen.

Mosso hat gezeigt, daß der auf natürlichem Wege ermüdete Muskel durch den elektrischen Strom vom Nerven aus wieder zur Arbeitsleistung gezwungen werden kann; die ihn treffenden Impulse bei natürlicher Aktion erschöpfen ihn also nicht. Somit müssen beide, der künstliche und natürliche Ermüdungszustand, verschiedene Dinge sein. Mosso hat daher schließen zu dürfen geglaubt, daß die Ermüdung auf natürlichem Wege nicht muskulär, sondern nervöser Natur sei; die Reize des Muskels kämen vom Gehirn, also sei auch die Ermüdung ein zentraler Vorgang.

Diese Schlußfolgerung, die früher zwingend schien, würde uns heutzutage, aus den Ermüdungserscheinungen heraus beurteilt, nicht mehr so entscheidend erscheinen; wir wissen aber inzwischen auf ganz anderer Basis, daß die Reize, welche den Muskel treffen, tatsächlich von der Rindenzone des Gehirns bis zu den Muskelfasern laufen. Beweisend sind hierfür die Versuche Pipers über den Rhythmus der Aktionsströme des Muskels. Bei der normalen willkürlichen Aktion des menschlichen Muskels entsteht eine tetanische Erregung, bei der rund 50 Einzelerregungen pro Sekunde nachzuweisen sind. Bei der Ermüdung wird die Zahl der Erregungen geringer und sinkt etwa auf 25 pro Sekunde. Von Piper und seinen Mitarbeitern ist nachgewiesen worden, daß dieser Rhythmus aus den Ganglienzellen des motorischen Rindenfeldes des Gehirns stammt. Wählt man nur den einfachsten Reflexbogen durch das Rückenmark, so werden die

einem sensiblen Nerven gegebenen Erregungen unverändert im Rhythmus durch die Ganglienzellen des Vorderhornes weitergegeben. Anders liegt es nach P. Hoffmann bei der Reizung der Ganglien der motorischen Zellen des Gehirns, diese antworten auf einen Reiz mit einer annähernd bestimmten Zahl von Erregungen, gleichgültig, ob letztere geringer an Zahl oder größer an Zahl sind, wie dieser Eigenrhythmus der Ganglienzellen.

Erkennt man also die Gehirnermüdung als die normale, natürliche Form der Muskelermüdung an, so sind die Vorgänge in den Zentren des motorischen Rindenfeldes das Maßgebende für die Größe und Dauer der Kontraktionsfolge des Muskels, und man begreift die so weit gehende Abhängigkeit der Leistung des Muskels von psychischen Prozessen überhaupt.

Bei der natürlichen Arbeitsleistung hängt also alles gewissermaßen von dem Zustand des Gehirns ab, die allgemeine Stimmung ist von allergrößtem Einfluß, alle depressorischen Eindrücke vermindern die höchste Ausnutzung der Muskelkraft, weil die Impulse schwächlich und ungenügend sind, während die gehobene Stimmung, ein kräftiger Entschluß, Pflichtgefühl, Mut zweifellos diese Ausbeute an Leistungsfähigkeit größer machen.

Man kann daher auch beim Hypnotisieren sehr leicht eine solche hochgradige Innervation anregen, daß deren Erfolge weit über die Grenzen der willkürlichen körperlichen Leistung hinausgehen, die dieselbe Person bei eigenem Willen in wachem Zustande hervorbringen kann.

Warum man aus Mossos Versuchen einen sicheren Schluß auf das Bestehen zentraler Ermüdung nicht ziehen konnte, wird sich erst durch die Besprechung der neueren Untersuchungen über die Muskelermüdung zeigen lassen. Wie E. Weber dargetan hat, kommt bei jeder normalen Muskeltätigkeit eine Blutverschiebung zustande, Blut strömt der ganzen Muskulatur zu, vor allem nach der Körperhälfte der beabsichtigten Muskelaktion; auch das Gehirn erhält frischen Zulauf, und kompensatorisch findet eine Verminderung des Blutreichtums vor allem der Eingeweide statt. Der Blutzulauf überdauert die Muskelaktion um ein paar Minuten. Die Erscheinungen lassen sich natürlich am besten nachweisen, wenn nicht zu kleine Muskelgruppen tätig sind und die Muskelarbeit keine allzu kurzdauernde ist. Bei leichter und kurzdauernder Muskelarbeit tritt eine mit den heutigen Hilfsmitteln nachweisbare Blutverschiebung fast nicht ein, stets aber dann, wenn Arbeit mit Aufwendung einer gewissen Anstrengung geleistet wird (Arch. f. Phys. 1914, S. 295). Die Blutverschiebung wird eingeleitet durch die Erreguug der motorischen Rindenzentren des Gehirns, sie ist eine

von der Muskelkontraktion selbst unabhängige Erscheinung, die durch das Gefäßzentrum vermittelt wird. Viele Personen können schon durch lebhafte Vorstellung einer Muskelaktion die Blutverschiebung einleiten. Auch läßt sie sich an kuraresierten Tieren zeigen, bei denen die Ausführung von Muskelbewegungen wegen Vergiftung der Nervenendplatten im Muskel unmöglich ist; auch unter solchen Bedingungen bringt ein Reiz des motorischen Rindenfeldes die Blutverschiebung zustande, und ebenso kann man beim hypnotisierten Menschen durch Suggestion einer starken Bewegung, die aber selbst unterbleibt, die Blutverschiebung nach dem Muskel erzeugen. Dagegen bleiben beim normalen Menschen musikalische Eindrücke, die einen motorischen Einschlag besitzen, wie Militärmärsche, nicht eindrucksvoll genug, um beim Ruhenden die Blutverschiebung auszulösen. Wenn man die Muskulatur einer Extremität durch elektrische Reizung der Nerven zur Arbeit bringt, so tritt eine allgemeine, über das Gefäßzentrum eingeleitete Vermehrung des Blutstromes nicht ein (Arch. f. Phys. 1914, S. 393).

Die durch die willkürliche Muskeltätigkeit bedingten allgemeinen Blutverschiebungen erstrecken sich auf beide Körperhälften. Auch bei elektrischer Reizung motorischer Rindenzentren findet keine ausschließlich einseitige Blutverschiebung statt (E. Weber, Arch. f. Phys. 1909, S. 360). Wohl aber sind quantitative Unterschiede im Strom nach der tätigen Körperseite hin vorhanden. Die starke Beschleunigung des Blutstroms im arbeitenden Muskelgebiet selbst ist eine auch in quantitativer Hinsicht längst bekannte Erscheinung, welche sich aber in den Rahmen der allgemeinen stärkeren Durchblutung, wie sie sich plethysmographisch für ein weiteres Muskelgebiet nachweisen läßt, einfügt.

Wesentlich anders verhält sich die Blutverschiebung bei einer längeren Tätigkeit des Muskels unter fortschreitender Ermüdung. Aprioristisch möchte man annehmen, daß gerade mit zunehmender Ermüdung eine Steigerung der Blutzufuhr notwendig wäre, um den Muskel zum Durchhalten seiner Leistung zu bringen. Man muß aber immer im Gedächtnis behalten, daß die normale Ermüdung eben nicht im Muskel selbst einsetzt, sondern durch den veränderten Zustand der Ganglienzellen in den motorischen Zentren ihre Erklärung findet, und daß man deshalb auch auf eine andere Lösung gefaßt sein muß, als wenn es sich nur um nutritive Vorgänge im Muskel selbst handeln würde, wie das bei dem aus dem körperlichen Verband herausgenommene Muskelpräparat der Fall ist.

Nach den Ergebnissen der plethysmographischen und anderweitigen Untersuchung hört bei der Ermüdung die allgemeine Blutver-

schiebung nach den Muskeln nicht allein auf, sondern sie schlägt in ihr Gegenteil um. Das Volum einer Extremität nimmt bei Ermüdung des Menschen ab, es kommt also weniger Blut zum Einströmen als unter normalem Ruhezustande; auch nach dem Gehirne strömt weniger Blut. Nach dem Grade der Ermüdung werden nicht alle obengenannten vier Gefäßgebiete in gleichem Grade anormal beeinflußt; bisweilen geht der anormalen Gefäßinnervation im Muskel eine anormale Reaktion der Hautgefäße als Zeichen beginnender Ermüdung voraus.

Die objektiv bestehende Ermüdung, die sich in der Umkehr der Gefäßinnervation zeigt, wird von Personen nicht wahrgenommen, wenn sie sich unter dem Einfluß von Anregungsmitteln befinden. Diese heben also an sich die ungünstigen physiologischen Zustände nicht auf. Während man bis jetzt für den Nachweis der Ermüdung nur auf subjektive Angaben angewiesen war, ergibt sich aus der Möglichkeit der objektiv meßbaren Umkehr der Gefäßinnervation ein sicheres Mittel zur Beurteilung der Ermüdungszustände.

Auch diese Ermüdungserscheinungen im Gebiete der Gefäßinnervation sind unabhängig von der wirklichen Ausführung von Bewegungen, denn sie können beim stark ermüdeten Menschen im hypnotischen Zustande mittels der Suggestion von Bewegungsvorstellungen gezeigt werden. Durch diese Experimente an normalen wie ermüdeten Menschen ist also bewiesen, daß besondere Wege beim Akt des psychischen Arbeitsimpulses über die Gefäßzentren zu den Gefäßen der Muskulatur eingeschlagen werden, unabhängig von den motorischen Impulsen, die den Muskel treffen. Das Mittelglied, das die zerebrale Ermüdung nunmehr richtig erklärt, ist in der anormalen Blutversorgung gefunden, denn es ist begreiflich, daß ein Umschlag von einer bedeutenden Erhöhung des Blutbedarfs, wie ihn der normal arbeitende Muskel notwendig hat, in eine Verminderung der Blutversorgung unter die Norm die Ausführung von mechanischer Muskelleistung völlig unterbinden kann.

Die normale Ermüdung erklärt sich in einer völlig ungeahnten Weise als eine Störung der Blutversorgung des Muskels. Außer den motorischen Impulsen, die durch die Bestimmung der Aktionsströme nach den Versuchen von Piper klargelegt sind, geht anscheinend eine zweite, andere Art von Impulsen zu dem Gefäßzentrum des Muskels, das seinerseits durch die gefäßverengernden und -erweiternden, sympathischen und automatischen Fasern seinen Einfluß übt und durch Änderung der Blutzufuhr die maximale Leistung herabsetzt.

Die primäre Störung bei der Ermüdung liegt also in der Umkehrung der Blutversorgung, die auf eine Zustandsänderung der Ganglienzellen der Gehirnrinde zurückzuführen ist; denn zu ihrem Zustandekommen

bedarf es nicht der wirklichen Muskelaktion, die Umkehr der Gefäßinnervation dauert auch oft stundenlang, so daß ein Ausspülen der Zersetzungsprodukte aus dem Muskel sich längst vollzogen haben muß.

E. Weber hat auch gefunden, daß bei manchen pathologischen Zuständen anormale Blutverschiebungen dauernd vorhanden sein können; als Beispiel solcher Zustände möge die Neurasthenie oder sonstige psychopathische Anlage erwähnt sein. Es hat sich früher noch nicht ahnen lassen, welche weittragende Bedeutung diesen Beobachtungen auch für die praktische Medizin zukommt, wenn schon die Versuche Webers auch bald von klinischer Seite eine Verwertung fanden.

In der Regel pflegt die Ermüdung eine rein lokale Erscheinung in einem bestimmten Muskelgebiet zu sein, sie kann aber auch weiter um sich greifen.

Bei einer Ermüdung, welche durch eine längere Tätigkeit einer Muskelgruppe hervorgerufen wird, werden von dieser, wie schon Robert Mayer hervorhob, auch nicht arbeitende Muskelgruppen in den Ermüdungszustand hineingezogen; dies wurde auch durch eingehendere Experimente von Maggiora mittels ergographischer Studien nachgewiesen (Arch. f. Phys. u. Anat. 1890). Bei elektrischer Reizung zeigen sich auch nicht arbeitende Muskeln neben stark arbeitenden allmählich geschwächt.

Die körperliche Ermüdung behindert auch die geistige Leistungskraft, wie umgekehrt starke geistige Arbeit die muskuläre Tätigkeit nachteilig beeinflußt. Dies weist auch wieder auf den zentralen Herd der Ermüdungserscheinungen hin. Man kann also eine geistige Ermattung nicht durch eine unmittelbar anschließende, sehr starke körperliche Anstrengung aufheben und ebensowenig umgekehrt verfahren. Jede Ermüdung normaler Art findet ihre Lösung durch die Ruhe des Organs. Dieses allmähliche Abgleichen des Ermüdungszustandes kann man objektiv durch die Abnahme der irregulären Blutverschiebung mit dem Plethysmographen messend verfolgen. Das Arbeiten im halbermüdeten oder ermüdeten Zustand bedingt eine geringere Arbeitsleistung, macht die Ermüdung noch tiefer und erfordert eine starke Steigerung der Willensanstrengung, die naturgemäß zur Mißstimmung und dem Gefühl der Überarbeitung führt.

Im praktischen Leben kommt die Ermüdung aus sehr verschiedenen Gründen zustande; schon oben wurde von der Rückwirkung der allgemeinen Gemütsstimmung auf die Arbeitslust gesprochen. Außerdem hat die Ernährung einen sehr weitgehenden Einfluß. Nahrungsmangel setzt allein schon durch die psychische Depression die Leistungsfähigkeit herab. Eine besondere Form der Ermüdung liegt in der thermischen Ermüdung vor, welche abhängig ist von Lufttemperatur

und Luftfeuchtigkeit und sich bis zur völligen Arbeitsunfähigkeit steigern kann. Für die Ermüdung kommt endlich der Grad der Übung, den man für die betreffende Arbeit besitzt, wesentlich in Betracht; ungewohnte Arbeit ist schon durch die geistige Anstrengung, welche eine neue Aufgabe uns stellt, ermüdend. Wiederholung mancher Arbeit bedingt schließlich den automatischen, unbewußten Ablauf der Prozesse mit weitgehender Erleichterung des Müdigkeitsgefühls; beim Ungeübten werden viele Muskeln mitbewegt, welche zur Ausführung der Arbeit unnötig sind und von selbst späterhin ruhen gelassen werden, wenn man eingeschult ist.

Der Gedanke, die Ermüdung zu überwinden, ist zu allen Zeiten und bei allen Völkern rege gewesen; es ist eine auffallende Tatsache, daß man bei allen möglichen Völkern der verschiedenen Erdzonen auf gewisse erfrischende Getränke stößt, wie Kaffee, Tee, Kakao, Kola usw., welche erfahrungsgemäß den Ermüdungszustand lindern oder lösen.

Auch schon im Altertum war die Massage als rein mechanisches Mittel bekannt, um die Folgen der Ermüdung zu bekämpfen; vor längerer Zeit hat auch namentlich Maggiora die günstige Wirkung dieser Muskelbehandlung experimentell bewiesen.

Unsere Mittel, die Ermüdung zu beseitigen, sind aber beschränkte; das beste ist die Übung selbst, die schließlich auch zu besserer Entwicklung der Muskulatur führt.

Man hat in neuerer Zeit dieser Aufgabe im praktischen Leben sehr weitgehendes Interesse entgegengebracht, da man sich für die Verwendung der menschlichen Arbeitskraft im Dienste der Industrie wesentliche Vorteile von einer rationellen Ausnutzung der Arbeit erwartet. Viel besprochen ist das Taylorsystem, das aber nur zum kleinsten Teil als ein befriedigender physiologischer Angriff auf das Problem betrachtet werden kann, etwa nur insofern, als auf das Anpassen der Arbeitsgeräte an die Leistungsfähigkeit des Arbeiters mehr Gewicht gelegt wird als früher; im übrigen liegt seine Wirkung mehr in der Auswahl des für eine spezielle Leistung besonders veranlagten Arbeiters und in der genauen Kontrolle der Leistung überhaupt. Es kann daher auch fraglich erscheinen, ob es möglich wäre, solche Grundsätze dann noch aufrecht zu erhalten, wenn die Einführung des Systems eine allgemeine, die Auswahl der Arbeiter aber eine begrenztere würde.

Ziemlich unbebaut ist das Feld, aus den natürlichen Gesetzen der Ermüdung heraus Regeln für die zweckmäßige Einrichtung der Muskelarbeit abzuleiten. Offenbar veranlaßt durch die Rhythmik der Herz- und Atemarbeit, deren Vergleich aber mit der willkürlichen Muskelarbeit an sich nicht zulässig ist, da hier automatische Zentren anderer Art vorliegen, hat man versucht, die zeitliche Einteilung, welche die besten

Arbeitsergebnisse liefert, zu studieren. Maggiora hat gefunden, daß die Muskeln die größte Arbeit leisten, wenn sie in Gruppen von 30 Kontraktionen mit der Frequenz von 2 Sekunden und Erholungspausen von 1 Minute die Arbeit ausführen, die kleinste Quantität, wenn sie mit dem Rhythmus von 4 Sekunden ohne Ruhepausen tätig sind. Durch diese rhythmische Ordnung wird aber kein praktisch verwendbares Ziel erreicht, denn die Rhythmik ist im Leben eben durch die Art der Arbeit vorgeschrieben.

Ein weit fruchtbringenderer Weg eröffnet sich, wenn man die Erscheinungen der Ermüdung und Erholung unter natürlichen Verhältnissen betrachtet, wie sie sich mit der plethysmographischen Methode verfolgen läßt. Für die Muskelarbeit hat E. Weber gefunden, daß nach einer kräftigen Arbeit die Umkehr von vasomotorischen Vorgängen nicht unmittelbar erfolgt, sondern daß vielmehr eine gewisse Zeit bestimmt werden kann, innerhalb deren die Arbeit noch fortgesetzt werden kann, ohne daß die Umkehr der Blutverschiebung eintritt, daß aber ferner die Umkehr eintritt, wenn man die Arbeit erst nach einer längeren Pause wieder beginnt. Die an eine Ermüdung anschließende Pause, welche also nicht schädigt, ist der Zeitraum von 8 Minuten, eine Ermüdung erzeugende Pause ist aber ein Zeitraum von 15 Minuten. Eine befriedigende Erklärung für diese auch bei geistiger Tätigkeit beobachteten analogen Verhältnisse zu finden, ist vorläufig nicht leicht, denn man sollte denken, jede längere Pause müßte a priori günstiger wie eine etwas kürzere wirken. Man könnte sich aber etwa vorstellen, daß die Veränderung in den Ganglienzellen, deren Tätigkeit allmählich zu einer Gegenreaktion des Gefäßzentrums führt, durch die Bildung von Umsetzungsprodukten zustande kommt, die einerseits während der Tätigkeit durch den lebhaften Blutstrom weggeführt werden, während sie in einer Ruhepause aber noch nachträglich entstehen. Möglicherweise könnte die ruhende Zelle durch den schädlichen Stoff leichter benachteiligt werden wie die arbeitende Zelle. Tritt der erneute lebhafte Blutstrom durch Aufnahme der Arbeit ein, noch ehe diese Schädigung zustandegekommen ist, so kann durch stärkeres Ausspülen der störenden Produkte aus den Ganglien die Arbeit weitergeführt werden, bis auch dieser stärkere Blutstrom in seiner Wirkung versagt. Die Regelung der Arbeitspausen zeigt sich also von ausschlaggebender Bedeutung, die zweckmäßigen Zeitwerte der Pausen waren bei verschiedenen Personen dieselben und unabhängig von der Art der geleisteten Arbeit. So läßt sich also durch diese Einschiebung zweckmäßiger Pausen allein die Arbeit viel leichter durchführen als durch zweckwidrige Pausen, welche die nachfolgende Arbeit erschweren, weil sie unter Umkehr der Blutverschiebung ausgeführt werden. Schließlich versagt natürlich auch bei zweckmäßiger

Pausenfolge die Leistungsfähigkeit. Die Arbeitspausenregelung ist aber, wie sich weiterhin herausstellte, nicht das alleinige ausschlaggebende Moment, obschon sie von größter Bedeutung ist. Von durchgreifender Bedeutung sind noch Besonderheiten der Bluterneuerung im Muskel, welche ein ganz neues Gebiet für die Bekämpfung der natürlichen Ermüdung eröffnen.

Ausgehend von der Beobachtung, daß eine lang fortgesetzte Arbeit einer größeren Muskelgruppe zur allgemeinen Ermüdung führt, hat man speziell auf Grund der Experimente von Maggiora angenommen, daß jede Betätigung einer weiteren Muskelgruppe neben der an sich tätigen zu einer Erschwerung der Arbeit führen müsse. Diese Annahme hat sich nach den Versuchen von E. Weber als ein Trugschluß erwiesen.

Wenn man nach einer ermüdenden Arbeit eine Verminderung der Blutzufuhr zum ganzen Muskelsystem, also bereits die Umkehr normaler Gefäßreaktion nachweisen kann, und man versetzt jetzt eine bisher nicht gebrauchte Muskelgruppe in Tätigkeit, so tritt ein totaler Umschwung der ganzen Blutzufuhr ein, und alle Muskelgruppen, auch die vorher stark angestrengten, welche die Ursache der Umkehr der Gefäßreaktion waren, erhalten reichlich frisches Blut und die Leistungsfähigkeit zurück, auch wenn vorher völliges Unvermögen zur Muskelarbeit bestand. Damit war ein neuer Boden zur Hebung der natürlichen Arbeitskraft gefunden, und eingehende Versuche haben auch gezeigt, daß die Hilfsbewegung in der Tat erheblichen Gewinn an Arbeit erzielen läßt, ja was noch wichtiger sein kann, den völlig Ermüdeten in den Stand setzt, wieder seine Muskeln zu gebrauchen.

Auch bei ermüdeten Hypnotisierten gelingt es durch die Suggestion einer kräftigen Arbeit in einem bisher unbenutzten Muskel die normale Blutversorgung wieder in die Wege zu leiten. Im Durchschnitt war der Arbeitszuwachs der Versuchspersonen durch eine Hilfsbewegung am Dynamometer gemessen rund 40 Prozent. Dieser Mehrgewinn an Arbeit bedingt aber keine stärkere Erschöpfung des Menschen, im Gegenteil, da ohne die Hilfsbewegung nach einiger Erholung die weitere Arbeit von den ermüdeten und anormal durchbluteten Muskeln geleistet werden müßte, so ist die unter normalen physiologischen Bedingungen nach einer Hilfsarbeit neu erstarkende Arbeitsfähigkeit ein normaler Vorgang, der zu keiner Schädigung der Organe führt.

Richtige Einteilung der Arbeitspausen und Anwendung der Hilfsbewegung nach eintretender Ermüdung eröffnen wesentliche neue Ansichten für die rationelle Muskelarbeit überhaupt. Es genügt also, an Stelle ermüdeter Gangliengruppen der motorischen Rindenzone des Gehirns andere zur Arbeit anzuregen, um die Zufuhr frischer Blutmengen zu erhalten.

Die beim Gesunden vorkommenden normalen Blutverschiebungen findet man bei einer ganzen Reihe von Erkrankungen ständig ins Gegenteil verkehrt, wodurch sich also bei vielen Patienten die Unfähigkeit zur Muskelarbeit, ihre Ermüdbarkeit und Schwäche erklärt. Blutverschiebungen, wie z. B. durch geistige Arbeit, durch Unlustgefühl, Temperaturwirkungen, können auch gestört sein, doch kommen nicht immer alle Störungen gleichzeitig zur Beobachtung. Bei traumatischen Neurosen, Neurasthenie, nach langen Chloroformnarkosen, Kopfverletzungen, Gehirnerschütterungen usw. sind derartige Anomalien der Gefäßinnervation zur Beobachtung gekommen; sie treten namentlich bei Kopfverletzungen und Gehirnerschütterungen zusammen mit anderen schweren Symptomen auf.

Wir besitzen im Körper ein Gefäßgebiet, das sich leicht in seinen Eigenschaften beeinflussen läßt, jenes der Hautgefäße. Die sensiblen Bahnen der Haut führen nach den Gefäßzentren, von dort zu den einzelnen Hautpartien und deren Gefäßen. Man darf annehmen, daß zwischen diesen Zentren für die Hautgefäße, ja vielleicht sogar zwischen sensiblen Bahnen der kälteempfindenden Nerven und den Muskeln, einige Beziehungen bestehen. Es wurde daher der Versuch gemacht, durch systematische Erregung der Hautnerven durch Wärme und Kälte eine Einwirkung auf das Gefäßzentrum für die Muskeln zu gewinnen und die anormalen Reaktionen bei Kranken und damit die Krankheit selbst einer Heilung zuzuführen — ein Versuch, der, nach den bisherigen Erfolgen beurteilt, gelungen zu sein scheint.

Ausgegeben am 21. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1915.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

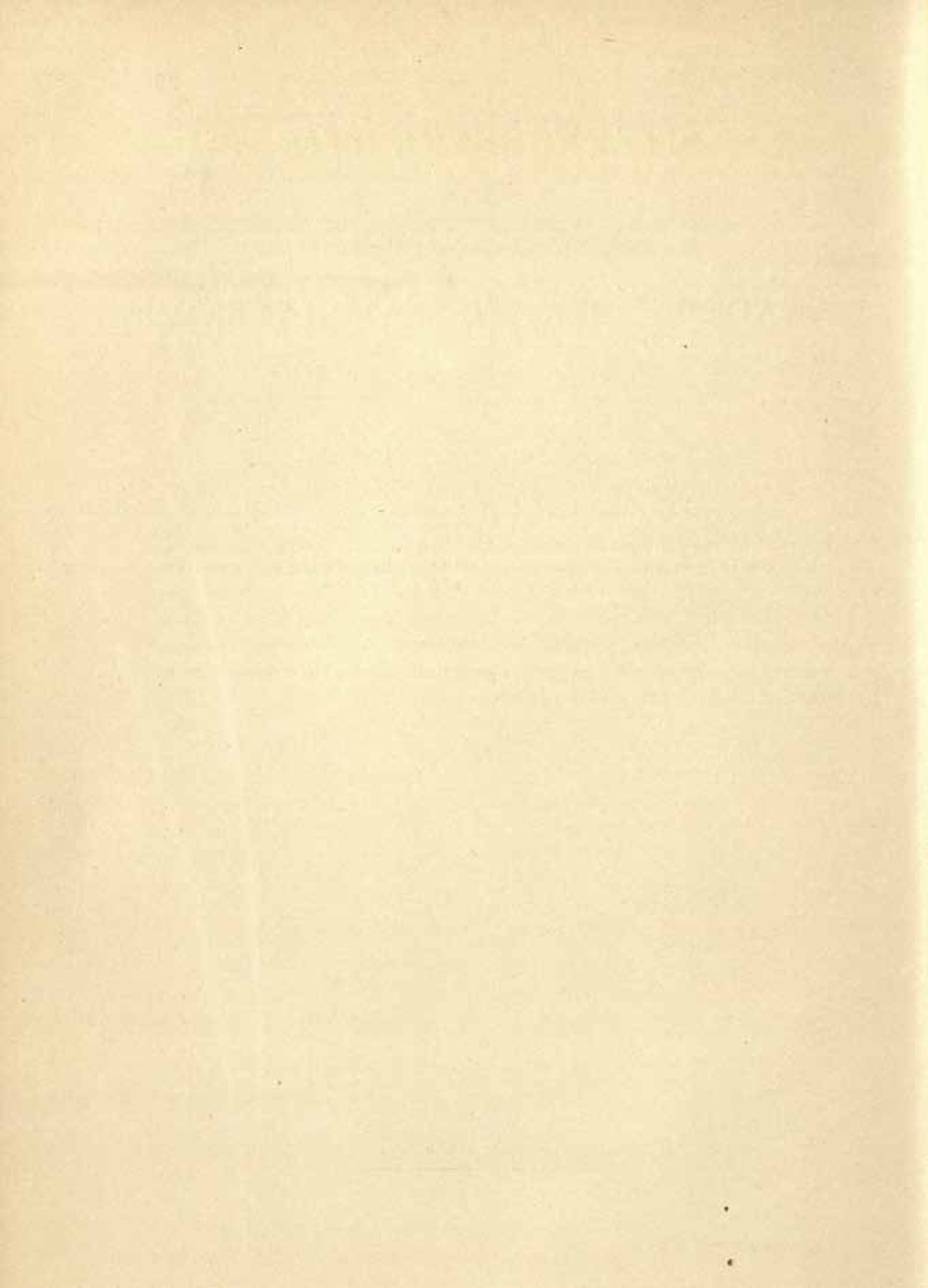
21. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Waldeyer.

Hr. Penck spricht über Schälinge. (Ersch. später.)

Er bezeichnet mit diesem Namen Berge von rundlicher Oberfläche und schalenförmiger Struktur, die Mountains of Exfoliation der Amerikaner, und zeigt, daß sie einen weitverbreiteten Typus unter den Inselbergen bilden. Er hält ihre schalige Struktur für die primärer Absonderung; die Abschälung geht von unten nach oben vonstatten, unter dem Einflusse von Unterwitterung, einer Verwitterung, die unter humiden Zuständen erfolgt.

Ausgegeben am 4. Februar.



1915.
V.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

21. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

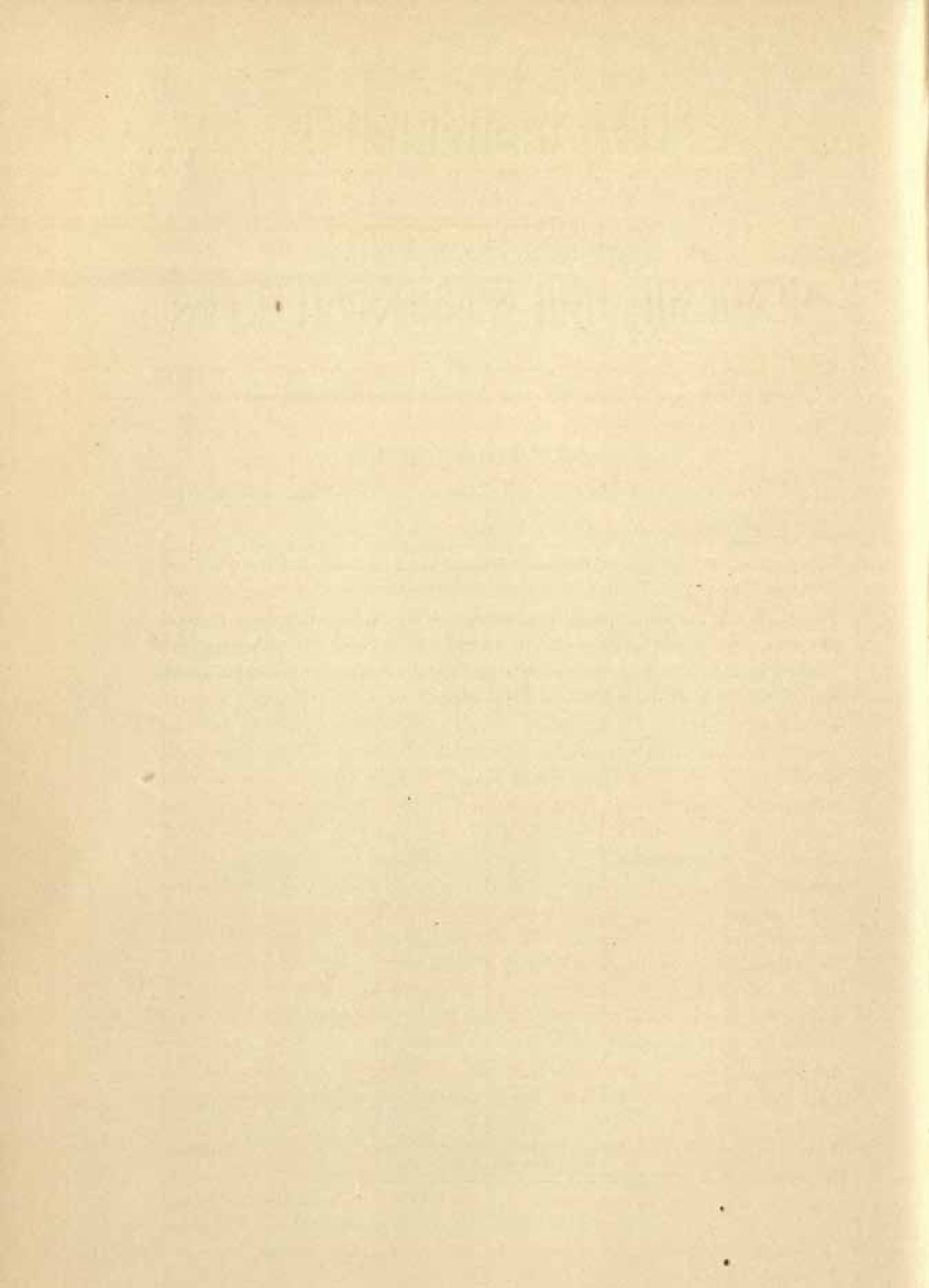
Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Lüders las: Zu den Upaniṣads. I. Die Saṃvargavidyā. (Ersch. später.)

Es wird eine kritische Bearbeitung und Übersetzung von Chāndogya-Upaniṣad 4, 1—3 gegeben, und es wird der Versuch gemacht, die Entstehung der Lehre von den Ansichziehern aus der älteren Literatur verständlich zu machen.

2. Hr. Diels überreichte im Auftrage des Prof. Dr. Jensen in Jena die von dem in Flandern gefallenen Prof. Dr. S. Sudhaus seinerzeit mit Unterstützung der Akademie angefertigten Kollationen der herkulanischen Rollen der Schrift des Epikuros Περὶ φύσεως.

Ausgegeben am 4. Februar.



1915.
VI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

28. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrichs II.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung mit folgender Ansprache:

Hochansehnliche Versammlung!

Das Doppelfest, das die Akademie seit 25 Jahren an ihrem Friedrichstage begeht, heute bewegt es uns die Seelen mit ganz anderer Wucht und Weihe als im gewohnten Laufe der Dinge. Heute ehren wir in dem großen König nicht nur den friedlichen Erneuerer unserer Körperschaft, dessen kräftig eingreifender Schutz ihr einst den dringend nötigen, befeuernden Antrieb gab; heute umstehn Rauchs Denkmal, auf das unsere Fenster wieder hinabschauen wie in alten Tagen, eroberte Kanonen, die das ergreifende Bild jenes furchtbaren Kampfes vor uns auftauchen lassen, der Preußen unter hoher Kraft- und Willensanspannung zur Großmacht umschuf. Und es wird uns fast erschütternd klar, wie der geschichtlichen Parallele zur Gegenwart immer neue vergleichbare Züge sich bieten. Auch wir haben gegen eine verbündete Welt, gegen »un corps monstrueux, uni par l'artifice et par la politique« zu verteidigen und dauernd zu sichern, was in leichtern Kriegen Einzelgegnern rühmlich abgerungen ward, unsere staatliche Einheit und das alte deutsche Kernland, das List und Gewalt in Zeiten der Schwäche dem alten deutschen Reich mit leichter Mühe abgewannen. Und auch wir stehn trotz vierzigjähriger Mäßigung, die uns vor dem Verdachte der Kriegslust und Eroberungsgier wahrlich hätte sichern sollen, da, verfolgt von einem sinnlosen Haß, von organisierter »calomnie«, bestritten von einer »alliance contre nature«; »toute l'Europe se précipite sur nous; il semble que ce soit la mode d'être notre ennemi, et un titre d'honneur, de contribuer à notre perte«. Und selbst die Einzelheiten wiederholen sich: der angeblich neutrale Staat, der über Verletzung des Völkerrechts

zetert, bis die Archive seiner Hauptstadt die bündigsten Beweise, »die Original-Piecen« des Neutralitätsbruches hergegeben haben; die lauernden anderen Neutralen, die sich schmeicheln, durch Überfall im rechten Augenblick »de partager les dépouilles sanglantes«; Englands Belästigung des neutralen Hollands und seine befremdende Auffassung der Kriegscontrebande; die Ausblicke auf die helfenden »Diversionen« der Türkei: es hat etwas ungemein Verlockendes, solchen Gedankengängen nachzugehn. Aber dauernder Gewinn bleibt doch nur das Bild des großen Friedrich selbst, aus dem uns stählende Kraft in unsere Seele strahlt. Er, den es viel mehr zu den Buchen des Remusberges, zu den heiteren Geistesfreuden von Sanssouci lockte, der viel lieber Conquêten im Reiche der Wissenschaft gemacht hätte, er gab im gefährdeten Augenblick seiner ungeduldig und weich zagenden Seele grausame Stockschläge, er panzerte sich das warme bangende Herz mit kaltem Erz und erfüllte mit eiserner, in der schwersten Stunde nicht zuckender Pflichterfüllung das, was er seinem Volke schuldig zu sein glaubte. Und nicht nur seinem Volke im engen Sinne. Er weiß, fällt Preußen, so wird jene despotische dreiköpfige Hydra »gouverner l'univers au gré de ses projets« und alle Könige der Welt zu ihren Sklaven machen. Unbeirrt durch das Quaken der Frösche und das Zirpen der Grillen wandert er seinen Weg, gleichgültig gegen Menschenruhm und auch gegen Menschenliebe, ja in wachsend harter Menschenverachtung, unerbittlich gegen sich selbst in der Treue gegen seinen königlichen Beruf. So hat der große Preußenkönig die Preußen geschaffen, die ohne ihres Staates Ehre nicht glücklich sein können; so hat er allen Deutschen einen geschichtlichen Lebensgehalt verliehen, an dem sich der nationale Gedanke selbst seiner deutschen Gegner nährte; und die fridericianischen Siege, errungen im verzweifelten Kampfe gegen erdrückende Übermacht, wurden die Aussaat für die köstlichste Geisteserernte, die Deutschland je erlebt hat.

Einen Friedrich gebiert die Welt nur einmal. Aber ihm selbst schien ein Staat würdiger, der ganz aus sich heraus, ohne patriarchalische Behütung, aufrecht stünde. In diesem großen deutschen Volke, das jetzt wie ein Mann gegen den gierigen Ingrimm seiner Feinde steht, »nec pluribus impar«, ist der Staatsgedanke, die freudige Pflichterfüllung, die der große König mühsam hegen und nähren mußte, Gott sei Dank ein innerer Besitz geworden, über den wir kein Wort mehr verlieren. Wir alle wissen

qu'aucun état dans sa grandeur naissante
ne fournit sans revers la course triomphante
de ses prospérités;

und unser teurer Kaiser darf auf seine Deutschen und ihre unbeugsame Ausdauer noch mit ganz anderer Zuversicht bauen, als Friedrich auf seine Soldaten.

Ein Anderes aber scheint mir das besondere Zeichen dieser großen Zeit. Friedrich selbst hat als Mittel zum Siege nicht nur »le courage«, sondern auch »l'esprit« bezeichnet. Wie ärmlich versagt das Wort »esprit« vor unserm heutigen Empfinden! In unserm großen Ringen, das jeden zwingt, sich Rechenschaft abzulegen über Berechtigung und tiefsten Gehalt seines Daseins, da hat wie mit innerer Notwendigkeit das Gefühl des besonderen deutschen Geistes, einer zu großer Zukunft berufenen deutschen Cultur sich eingestellt, ein Gefühlsbewußtsein, das Friedrichs Tagen ganz fehlte, das bei Fichte und Schiller erst ahnend keimte, das auch heute noch, wie freilich jedes reine Gefühl, die fest zugreifende Hand kaum verträgt, aber doch seiner selbst gewiß ist und sein darf. Jedes tüchtige Volk glaubt an seinen welt- und geistesgeschichtlichen Beruf; Franzosen und Engländer zweifeln seit Jahrhunderten nicht mehr, daß sie das »auserwählte Volk« seien, und sie sind nicht gewöhnt, ein Hehl daraus zu machen. Wir sind da wieder langsamer und bescheidener: aber daß gerade nach einer Zeit, in der sich scheinbar mehr äußerer als innerer Aufschwung unter uns vollzog, das Gefühl einer großen großdeutschen Culturaufgabe mit jugendlicher Zuversicht auftritt, die, niemands Freiheit beschränkend, doch Freiheit für ihre eigene Entwicklung heischt, das stärkt in uns, gerade in diesem Kreise, das Vertrauen zu den uns innewohnenden geistigen und sittlichen Mächten, die uns nicht nur den Willen zum Siege festigen, sondern auch die Notwendigkeit unserer Erhaltung vor Gott und dem Wahrspruch der Geschichte verbürgen. Ein Volk, das sich geistig verwirklichen soll, braucht dazu die Grundlage nationaler Freiheit, Ehre, Größe, wie sie nur in der vollen Entfaltung seiner staatlichen Kräfte zu Tage tritt. Wenn zur Stunde niemand unter uns zögert, auch die bescheidenste Kriegs- und Heeresleistung der Erfüllung des gewohnten Friedensberufs überzuordnen, so geschieht es aus der Überzeugung heraus, daß auch die geistige Zukunft unseres Volkes, ja unseres Einzeldaseins daran gebunden ist, daß wir in Ehren und in ungebrochener Einheit aus diesem Kampfe hervorgehn. Wissenschaft ist wahrlich kein Spiel: aber all der heilige Ernst, den wir in freudiger Hingabe an Erkenntnis und Wahrheit zu setzen den schönen Beruf haben, heute gehört er nur dem Vaterlande; Körper und Geist sind uns wieder eins geworden, und wir fühlen durch alles Tagesgetriebe hindurch, wie die Einfalt des Daseins uns wohltätig durchdringt, beschränkend zugleich und erhöhend. Indem wir dem großen Könige, dessen Namen dieser akademische Festtag trägt, als einem immer wachen heroisch stärkenden Führer zu kommenden Kampfes- und Geistestaten seines Volkes huldigen, fühlen wir doch zugleich, daß wir über ihn hinausgeschritten sind zu neuen, weit größeren staatlichen und geistigen Aufgaben. In unerschütterlicher stoischer Pflichterfüllung und

Seelenstärke wollen wir streben, uns seiner würdig zu erweisen bis zum würdigsten Frieden.

Aber diese Feier gehört nicht nur ferner großer Vergangenheit, nicht nur zukunftsschwerer großer Gegenwart. Es ist guter Brauch, am Friedrichstage vor unserem zweiten Stifter, zugleich vor unserem kaiserlichen Schützer und Herrn, Rechenschaft abzulegen über unser alljährliches Schaffen und Erleben, und davon wollen wir auch in dieser bewegten Zeit nicht Abstand nehmen. Preußen hat von je eine Stärke daraus geschöpft, daß es im wildesten Aufruhr des Geschicks doch die Seelenkraft sich bewahrt hat, den Pflichten und Sitten ruhigen Alltags in Selbstbeherrschung treu zu bleiben, nicht den Halt zu nüchternem Urteil und gewohntem Wirken zu verlieren. So erstatte ich, wie sonst, den kurzen Jahresbericht der Akademie.

Sie hatte diesmal besonders schmerzliche und zahlreiche Verluste zu beklagen. Daß Reinhold Koser von uns geschieden ist, der Biograph des großen Königs, diese Wunde brennt am heutigen Friedrichstage mit erneutem Leid: noch vor drei Jahren bei festlichstem Anlaß und an vornehmster Stätte der berufene Sprecher der Akademie, der das Bild Friedrichs in eindrucksvoller, zukunftweisender Größe vor uns aufsteigen ließ, ist der treue tapfere Preuße schönen Todes dahingegangen, in dem beglückten Hochgefühl alter preußischer Siegeskraft, wie es gerade die überwältigenden Erfolge des August in dem Scheidenden erwecken durften. In Adolf Martens hat die Akademie einen um die exacte Prüfung der Materialien theoretisch und praktisch hochverdienten Vertreter der wissenschaftlichen Technik eingebüßt. Und beiden Klassen wurden ihre Senioren entrissen, beide hochbetagt und doch beide bis vor kurzem noch Arbeiter von beneidenswert fester Rüstigkeit: Alexander Conzes organisatorische Kraft ist der archäologischen Forschung nicht nur Deutschlands zu fortwirkendem Segen geworden; Arthur von Auwers, fast ein halbes Jahrhundert Mitglied der Akademie, mehr als ein Menschenalter ihr ständiger Secretar, wird nicht nur durch den Ausbau der fundamentalen Astronomie, der sein Verdienst ist, er wird ganz besonders auch durch die nie versagende Strenge, mit der er die Würde der Akademie nach außen, ihre sichere Ordnung nach innen behütet hat, ein ehrwürdiger Vertreter uneigennütziger deutscher Gelehrtentreue, in unserm dankbaren Andenken auf lange fortleben.

Aus dem weiteren Kreise unserer Mitglieder hat uns der Tod unser Ehrenmitglied Frau Elise Wentzel entrissen. Wer die Geschichte der Akademie irgend verfolgt hat, weiß, was ihre großartige Stiftung für uns bedeutet: nicht nur durch den Reichtum der Mittel, die sie

uns darbot, sondern ganz besonders durch das hochherzige, Vertrauen, mit dem die verehrungswürdige Frau ohne jede vorgreifende Einschränkung es der Akademie allein überließ, eben diejenigen neuen Unternehmungen aus Stiftungseinkünften in die Bahn zu leiten, die ihr gerade am verheißungsvollsten erschienen. Wir dürfen getrost aussprechen, daß die Akademie ohne jene Stiftung nicht imstande gewesen wäre, mit den stets wachsenden Ansprüchen, die die Wissenschaft heute an organisierte Arbeit stellt, derartig Schritt zu halten, wie es ihrer Tradition und ihrer Bedeutung entspricht.

Übersiedlung nach Hamburg entzog uns zu unserm lebhaften Bedauern unser Mitglied Hrn. Lenz; zum Glück ein seltener Fall, daß die Akademie von solchem freiwilligen Ausscheiden aus ihrer engsten Schar betroffen wird.

Den Verlusten steht reicher Gewinn gegenüber, der neues Leben verheißt: die am zweihundertsten Geburtstag des großen Friedrich durch Seiner Majestät des Kaisers eigne Worte uns verliehenen drei neuen, vorzugsweise für Geschichte und Staatswissenschaft bestimmten Stellen haben ihre Besetzung gefunden. Auch die physikalisch-mathematische Klasse hat sich durch drei neue Mitglieder ergänzt, und die festliche Weihe des neuen Hauses gab uns den erwünschten Anlaß, die Zahl unserer Ehrenmitglieder durch drei hochverehrte Männer zu bereichern, die der Akademie längst durch Taten bewiesen hatten, daß ein Band des Verständnisses und Vertrauens sie mit uns verknüpfe.

Über das, am gewohnten Maßstab gemessen, so bedeutende Ereignis, das den Anfängen des verflossenen Jahres angehörte, über den Umzug an diese neue und doch so alte Stätte hat schon der Vorsitzende der letzten Leibnizsitzung rück- und ausblickend gesprochen.

Wie ist uns dieser Ortswechsel ins Unwichtige versunken vor dem ungeheuren Einschnitt, den uns der 1. August bedeutet! Der Krieg hat sich überall auch in den Arbeiten der Akademie tief fühlbar gemacht. Schon trauern wir einer langen Reihe treuer vortrefflicher Mitarbeiter und Helfer nach; auch durch die trockenen Daten, die unsere Einzelunternehmungen über ihren Fortgang in unseren Sitzungsberichten niederlegen, hallt leise das Heldenlied, dessen dunkler und doch so stolzer Klang jetzt als anhaltender Unterton unser ganzes Leben begleitet. Schon hat der Krieg mehrfach unsere nach außen verliehenen Materialien bedroht, zum Teil wahrscheinlich vernichtet. Der Druck vollendeter Manuscripte mußte vertagt und unterbrochen werden. Der Verkehr mit außerdeutschen Bibliotheken, Museen, namentlich aber Gelehrten ist auch da, wo er nicht völlig abriß, doch so gehemmt worden, daß unentbehrliche Verabredungen und Feststellungen unterbleiben mußten, deren Fehlen auch die heimische Arbeit ins Stocken bringt. Trotz alledem hat kaum

eine unserer laufenden Unternehmungen wirklich abbrechen müssen, und viele wesentliche Fortschritte waren auch aus diesem Jahre zu verzeichnen. Ich hebe hier nur heraus, daß das Wörterbuch der Deutschen Rechtssprache seine erste Lieferung im Satz vollendet hat, daß die Ausgabe von Weierstraß' Werken so gut wie abgeschlossen ist, daß eine erfolgreiche, aus öffentlichen, privaten und akademischen Mitteln ermöglichte Sinaireise, deren Teilnehmer gerade noch vor Toresschluß nach Deutschland zurückkehren konnten, für unsere Kirchenväterausgaben reichen Materialgewinn gebracht hat.

Eine wertvolle Schenkung wurde der Akademie zuteil aus Anlaß des 50 jährigen Jubiläums, das Hr. Ernst Solvay in Brüssel, dem wir schon vor Jahren unsere goldene Leibnizmedaille verliehen, als Schöpfer des Ammoniaksodaverfahrens und einer großen daraus erwachsenen Industrie beging: auch er ein Zeuge der wissenschaftlichen Gemeinschaft unter den Culturvölkern. Die Deutsche Solvay-Werke-Actiengesellschaft zu Bernburg stiftete eine Viertelmillion zur Ausstattung einer ordentlichen Mitgliedsstelle mit einem Sondergehalt, das einem Vertreter der technischen Wissenschaften verliehen werden soll. Wenn auch die Technik längst nicht mehr im Kreise der Akademie fehlt, so werden wir doch diese neue Verstärkung der angewandten Wissenschaft unter uns mit Befriedigung begrüßen; wir leben ja in einer Zeit, in der die eindringliche Sprache, die die Technik heute zum Wohle des Vaterlandes redet, auch dem eingefleischtesten Vertreter der reinen Erkenntnis wohltuend ins Ohr dröhnt und rauscht.

Noch größere Bedeutung hat es für die wissenschaftliche Zukunft der Akademie gewonnen, daß ihr die Einkünfte der Wentzel-Heckmann-Stiftung jetzt im vollen Umfange zur Verfügung stehen. So ward es uns möglich, einer ganzen Reihe längst gehegter und gereifter wissenschaftlicher Pläne näherzutreten. Den HH. Penck und Laas sind Mittel bewilligt worden für die exacte Feststellung von Größe und Form der Meereswellen, deren Bewegung im photographischen Meßbilde genau festgehalten werden soll, während wir bisher auf ungefähre, ganz unzuverlässige Schätzungen angewiesen waren. Nicht nur die Theorie darf sich von diesen Versuchen Ertrag versprechen; auch Schiffbau, Hafenanlagen, Küstenbefestigungen haben praktischen Gewinn zu erwarten. Freilich, bisher konnte kaum etwas für den vielverheißenden Plan geschehen: Hr. Penck wurde bis vor wenigen Wochen gegen alle Billigkeit in England festgehalten; Hr. Laas ist bei Nieuport verwundet worden, und unsere Schiffe haben zur Zeit auf anderes zu achten als auf die Gestalt der bewegten Meeresoberfläche. Auch andere neue naturwissenschaftlichen Pläne der Akademie hängen nicht zuletzt davon ab, wie sich Deutschlands See- und Colonialmacht weiter gestalten wird;

auf diesem Gebiete zumal wird der große Krieg ganz unmittelbar auch für die Freiheit der deutschen Wissenschaft gekämpft.

Ferner wurde aus den Mitteln der Wentzel-Stiftung in Angriff genommen ein Wörterbuch der ebenso für die Ägyptologie wie namentlich für theologische Studien überaus wichtigen koptischen Sprache. Ein um 50 Jahre zurückliegender lexikalischer Versuch des Turiner Gelehrten Peyron, der mit ganz ungenügendem Material arbeiten mußte, ist längst veraltet. Da hatte nun zum Glück Hr. Erman an dem in Wien lebenden, deutscher Wissenschaft nahestehnden schottischen Forscher Crum einen Bearbeiter gefunden, der das beste Gelingen des Werkes verspricht. Auch hier hat der Krieg rauh eingegriffen, da Hr. Crum genötigt wurde, als englischer Staatsbürger Wien und seine Arbeiten fürs erste zu verlassen.

Wissenschaftliches Neuland rüstet sich die Akademie zu erschließen, indem sie, wiederum aus den Mitteln der Wentzel-Stiftung, Hrn. Seckel die Möglichkeit gewähren will, die Glossen und Glossenapparate zum Corpus juris Justinians bis auf Accursius zu sammeln und dadurch die Anfänge der modernen Rechtswissenschaft und die Grundlage des gemeinen Rechts der Forschung zugänglich zu machen. Die Geschichte der Wissenschaft, die Zeugnisse des juristischen Denkens und Deutens im Mittelalter werden sich auch hier als ein Schlüssel erweisen zum besseren Verständnis von juristischen Gedankengängen, die vielleicht bis in unsere Tage ihre bedeutenden Nachwirkungen erstrecken.

Endlich hat die Akademie jene ihr neu zufließenden Zinsen auch in den Dienst zweier Pläne gestellt, die der geschichtlichen Erforschung unserer engern und engsten Heimat gelten. Hr. Schuchhardt gedenkt durch Ausgrabungen, wie er sie auf der nahen Römerschanze von Nedlitz mit so überraschendem Erfolge geleitet hat, den Charakter der germanischen und der slavischen Burganlage vergleichend zu erhellen und hofft zugleich, mit dem oft erprobten Werkzeuge, dem Spaten, den berühmten, sagenumwobenen slavischen Heiligtümern von Rethra und Arkona einige ihrer Geheimnisse zu entlocken. Und in Fühlung mit Hrn. Schäfer will Archivrat Witte zu Schwerin, der zur Zeit freilich beim Heere weilt, die Geschichte unsrer östlichen Nationalitätsgrenze, insbesondere mit Hilfe der Flur- und Familiennamen bearbeiten und so dem Osten seine bewährte Forscherkraft ebenso zuwenden wie sie früher die Grenzen im Westen klärte. Beide Pläne sollen gerade den Kernlanden des preußischen Staates und damit einem für unsere nationale Selbsterkenntnis besonders bedeutenden Gebiete zugute kommen.

So baut sich mitten im Ringen um die Existenz dieses Staates eine Fülle von Zukunftsplänen deutscher Wissenschaft vor Ihnen auf. Fühlen wir uns doch in tiefster Seele sicher der Zukunft deutschen Volkes und

deutscher Arbeit. Aber auch die Unternehmungen der Akademie, die schon in bewährtem Gange sich befinden, sollen heute zu ihrem Rechte kommen. So wird Ihnen aus kundigstem Munde über ein großes naturwissenschaftliches Unternehmen berichtet werden, das natürlich die ganze Erde umspannen muß, und weiter über eine Gruppe geschichtlicher Quellenpublicationen, die recht eigentlich der Geschichte des engeren preußischen Vaterlandes das Material bereiten.

Hr. Franz Eilhard Schulze berichtete über das akademische Unternehmen »Das Tierreich«.

Bericht über das »Tierreich«.

Welche Richtung auch immer die zoologische Forschung zeitweise bevorzugen mag, stets wird sie einer systematischen Übersicht der bekannten Tierformen bedürfen, und zwar um so mehr, je größer deren Zahl ist. »Sine systemate chaos!« Bekanntlich hat von allen, bis auf Aristoteles zurückgehenden, Versuchen dieser Art keiner einen so glänzenden Erfolg gehabt wie Linnés Systema naturae. Wie hoch Linnés Verdienst von seinen Zeitgenossen eingeschätzt wurde, geht aus einem damaligen geflügelten Wort hervor: »Deus creavit, Linnaeus disposuit.«

Nun ist aber seit der letzten (nach Linnés Tode von Gmelin in den Jahren 1788—1793 besorgten dreizehnten) Auflage dieses monumentalen Werkes trotz der inzwischen ins Riesenhafte (von 18700 auf etwa eine halbe Million) angewachsenen und auch jetzt noch beständig zunehmenden Artenzahl kein Versuch gemacht, in einem Werk eine umfassende Übersicht aller bekannten rezenten Tierformen zu geben.

Die erste Anregung zu einem derartigen Unternehmen ist von der Deutschen Zoologischen Gesellschaft ausgegangen, welche nach einigen Vorberatungen im Jahre 1892 auf ihrer zweiten, hier in Berlin abgehaltenen Jahresversammlung den Beschluß faßte, eine Bearbeitung sämtlicher bekannten Species animalium recentium in Ausführung zu bringen. Auch wurden damals gleich gewisse Normen für dieses Riesenwerk aufgestellt und bald darauf mehrere wichtige Vorarbeiten ausgeführt, von denen besonders die Feststellung von Regeln für die zoologische Nomenklatur, ein Neudruck der ganz vergriffenen zehnten Auflage von Linnés Systema naturae, Animalia, sowie ein zoologisches Adreßbuch hervorzuheben sind.

Nachdem die Gesellschaft mich zum Generalredakteur gewählt hatte, wurde für den Verlag die Berliner Buchhandlung R. Friedländer & Sohn gewonnen und zunächst eine Reihe prinzipiell wichtiger Bestimmungen über die Anlage und Organisation des ganzen Werkes getroffen.

Zwar ist im allgemeinen an der Idee einer Fortbildung, gleichsam einer neuen modernen Auflage von LINNÉS Systema naturae, festgehalten; doch kam es darauf an, dem großartigen Fortschritt der Zoologie im letzten Jahrhundert gerecht zu werden und unter Beibehaltung des bewährten Hauptplanes die mancherlei Schwächen jenes ehrwürdigen, aber doch in mancher Hinsicht veralteten Buches zu vermeiden. Es soll nicht nur eine möglichst vollständige Zusammenstellung und Charakteristik aller bekännten Formen, sondern auch ein praktisch brauchbares Bestimmungswerk geschaffen werden, in welchem jeder einzelnen Tiergruppe eine kurze Darstellung der für die Systematik wichtigen Organe und deren durch Abbildungen zu erläuternde Terminologie vorauszuschicken sowie für jede Abteilung ein übersichtlicher Bestimmungsschlüssel auszuarbeiten ist. Auch ist ebenso die nicht selten zu Unverständlichkeit führende Kürze der LINNÉschen Diagnosen wie jede überflüssige Breite der Beschreibung zu vermeiden.

Um dem ganzen Werk einen internationalen Charakter zu sichern, wurde bestimmt, daß außer der deutschen auch die englische, französische und lateinische Sprache zulässig sei.

Um sämtlichen Mitarbeitern und überhaupt allen Interessenten eine Vorstellung von der geplanten Organisation zu geben, wurde zunächst im Jahre 1896 die kleine Protozoengruppe der *Heliozoa* (Sonnentierchen) als Muster- und Probelieferung herausgegeben. Und schon im nächsten Jahre konnte die erste, einige Vogelfamilien behandelnde reguläre Lieferung erscheinen.

Seit dieser Zeit sind 42 Lieferungen fertiggestellt, von denen einige stattliche Bände von 50 und mehr Druckbogen bilden. Drei sind in englischer, zwei in französischer, die übrigen 37 in deutscher Sprache abgefaßt.

Schwerlich wird sich ein Fernstehender einen Begriff machen können von den Schwierigkeiten, welche mit der Herausgabe eines derartigen Riesenwerkes verbunden sind, bei welchem es nicht nur auf gründliche Sachkenntnis, sondern auch auf Gleichmäßigkeit und Übersichtlichkeit der Darstellung, peinlichste Genauigkeit in der Wiedergabe der zahllosen notwendigen Literaturzitate und besonders auf strikte Befolgung der einmal aufgestellten Vorschriften ankommt.

Schon als ich auf Wunsch der Deutschen Zoologischen Gesellschaft die Generalredaktion des großen Werkes übernahm, war es mir klar, daß eine derartige Verpflichtung meine, durch mannigfache Amtsgeschäfte und wissenschaftliche Forschung stark in Anspruch genommene Arbeitskraft übersteigen werde. Trotzdem ging ich zunächst mutig allein ans Werk; und es gelang mir, gleich eine große Zahl von Spezialisten für die Bearbeitung einzelner Tiergruppen zu ver-

pflichten. Auch schien es zunächst zweckmäßig, für die größeren Abteilungen des ganzen Tierreiches besondere Redakteure als Beiräte zu gewinnen. Obwohl mir auch dies glückte und sich in einigen Fällen als nützlich erwiesen hat, habe ich doch bald von diesem Modus der Arbeitsteilung absehen und damit den Geschäftsgang wesentlich vereinfachen können.

Als später die Redaktionsarbeiten erheblich zunahmen und besonders die Schreibgeschäfte sich mehrten, ergab sich die Notwendigkeit, für die Schriftleitung einen eigenen Sekretär zu gewinnen. Freilich war die Deutsche Zoologische Gesellschaft selbst nicht in der Lage, einen derartigen Beamten anzustellen, und es wäre somit das ganze Unternehmen ernstlich gefährdet gewesen, wenn nicht der damalige erste Assistent am Zoologischen Institut, Hr. Kustos Dr. von Mährenthal, sich freiwillig erboten hätte, mir beizustehen und die Schriftleitung, zumal die hier so besonders wichtige Revision und Korrektur der einlaufenden Manuskripte, zu übernehmen. Wenn nun auch durch dies edelmütige Anerbieten zunächst eine große Schwierigkeit beseitigt war, erhob sich doch alsbald eine andere nicht minder dringende.

Es zeigte sich, daß zur Herstellung der redaktionellen Drucksachen, der oft nötigen Umzeichnung von Textfiguren, der Extrakorrekturen, zur Bestreitung des erheblichen Postportos und dergleichen ein Geldaufwand erforderlich war, für welchen die disponibeln Mittel einer Privatgesellschaft (wie der Deutschen Zoologischen Gesellschaft) nicht ausreichten.

In dieser kritischen Lage ist im Jahre 1900 unsere Akademie helfend eingetreten, indem sie das ganze Werk in ihren kräftigen Schutz nahm und alsbald auch zu ihrem eigenen Unternehmen machte.

Diese Übernahme durch ein großes Staatsinstitut hat dem Unternehmen eine feste Basis mit sicherer Gewähr für die Zukunft geschaffen, was auch sogleich dadurch einen deutlichen Ausdruck fand, daß von unserem vorgeordneten Ministerium für »das Tierreich« die feste staatliche Anstellung eines eigenen wissenschaftlichen Beamten der Akademie in der Person des Hrn. Professor von Mährenthal gewährt wurde. Erst jetzt war das ganze Werk als gesichert und genügend fundiert anzusehen und hat sich auch seitdem gedeihlich fortentwickelt. Freilich traf uns im Jahre 1910 ein schwerer Verlust durch den Tod dieses unseres treuen Mitarbeiters, welcher ja dem Unternehmen vom ersten Anfange an seine hervorragenden Kräfte mit voller Hingabe gewidmet hat.

Doch ist es glücklicherweise gelungen, alsbald in seinem Amtsnachfolger, Hrn. Prof. Apstein, einen trefflichen Ersatz zu finden.

Während der wissenschaftliche Beamte hauptsächlich mit der sachlichen und formalen Revision der einlaufenden Manuskripte und Textfiguren beschäftigt ist, wobei die genaue Nachprüfung der zahllosen Literaturzitate nach den Originalwerken besondere Schwierigkeiten macht, wird von den als Hilfsarbeiterinnen angestellten Damen, Frl. Martha Luther, Frl. Helene Born, Frl. Charlotte Schulze und Frau Dr. Kränsel, die peinlich genaue Korrektur der Druckbogen und die gewaltige Schreibarbeit besorgt.

Zweifellos wäre eine nach dem zoologischen System geordnete übersichtliche Zerlegung des ganzen großen Materials in einzelne Abteilungen und deren Verteilung an die in Betracht kommenden Spezialisten von vornherein erwünscht gewesen. Doch stellten sich einem solchen Verfahren unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Gerade das zoologische System erfährt ja durch die rastlos fortschreitende Forschung beständig so erhebliche Änderungen, daß das jetzt angenommene bereits nach einigen Dezennien veraltet und somit unbrauchbar sein würde. Auch wäre es unmöglich, auf einmal die erforderliche Zahl geeigneter Bearbeiter zu finden. Vielmehr können zur Zeit immer nur einige scharf umgrenzte und gut durchgearbeitete Tiergruppen, für welche gerade passende Bearbeiter zu haben sind, in Betracht kommen.

Da jede Bearbeitung längere Zeit erfordert und auch nach Einlieferung des Manuskripts die von unserem Bureau zu leistende Revision und genaue Korrektur wieder beträchtliche Zeit in Anspruch nimmt, auch dabei oft genug Verzögerungen und unerwartete Hindernisse eintreten, müssen stets mehrere Bearbeiter durch Kontrakte auf Jahre hinaus verpflichtet werden, wenn auch deren Einhaltung keineswegs immer sicher ist. Der Fall, daß eine von uns bereits durchkorrigierte Arbeit noch nachträglich vom Autor zurückverlangt und anderwärts publiziert wurde, ist bisher glücklicherweise nur einmal vorgekommen. Kann demnach eine bestimmte Ordnung in der Reihenfolge der zu bearbeitenden Tiergruppen nicht eingehalten werden, so bin ich doch bemüht, für einzelne Tierklassen möglichst bald einen Abschluß zu gewinnen. So steht z. B. die Vollendung der durch ihren Zellulosemantel und durch die Verwandtschaft mit den Wirbeltieren ausgezeichneten Tunikaten in naher Aussicht.

Bekanntlich sind bei allen der Bestimmung dienenden Werken eine möglichst große Zahl guter Abbildungen erwünscht. Wenn es sich nun auch nicht überall erreichen läßt (wie es bei einer von dem Holländer Dr. Ihle bearbeiteten Manteltierordnung geschehen konnte), für sämtliche bekannten Spezies Abbildungen zu liefern, ist es doch unser Bestreben, für jede wichtigere Tiergattung die repräsentie-

rende Form eines ganzen Tieres und für die meisten Spezies die bildliche Darstellung eines besonders charakteristischen Organs geben zu können.

Bisher hat das ganze Unternehmen in den engen Räumen des Zoologischen Instituts der Universität Unterkunft gefunden und genießt auch jetzt noch dessen Gastfreundschaft; bald wird es aber in diesem stattlichen Bau ein dauerndes passendes Heim finden.

Bei der ungeheuren Zahl der schon jetzt bekannten, aber noch in steter rapider Zunahme begriffenen Tierformen kann der Abschluß unseres Werkes unmöglich vorausbestimmt werden. Und schon lange, bevor noch die letzte Tiergruppe ihren Bearbeiter gefunden haben kann, wird schon eine neue Auflage der zuerst begonnenen Lieferungen notwendig werden. Trotzdem wird aber jeder einzelne Band für sich seinen dauernden Wert behalten.

Wie wir auf die bisher geleistete Arbeit mit Genugtuung zurückblicken können, sehen wir auch trotz der augenblicklich durch den Krieg verursachten Störung vertrauensvoll in die Zukunft und hoffen, rüstig und erfolgreich auf der eingeschlagenen Bahn fortschreiten zu können zum Nutzen der Wissenschaft und zur Ehre unserer Akademie.

Alsdann erstattete Hr. Hintze seinen Bericht über die »Politische Korrespondenz Friedrichs des Groszen« und die »Acta Borussica«.

Politische Korrespondenz Friedrichs des Groszen und Acta Borussica.

Die beiden akademischen Publikationen, über die ich zu berichten habe, die Politische Korrespondenz Friedrichs des Groszen und die Acta Borussica, ergänzen einander und verfolgen den Zweck, aus den staatlichen Archiven eine lediglich nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten getroffene Auswahl wichtiger Dokumente zu veröffentlichen, die dem historischen Studium der Epoche dienen sollen, in der Preußen durch die Pflege seiner inneren Staatskräfte wie durch die Betätigung in den allgemeinen Weltverhältnissen zu einer europäischen Großmacht geworden ist. Die eine Publikation hat es mit der auswärtigen Politik des großen Königs, die andere mit der inneren Verwaltung des 18. Jahrhunderts überhaupt, namentlich auch Friedrich Wilhelms I., zu tun.

Zu Friedrich dem Groszen hat unsere Akademie, wie diese Festsitzung zeigt, ein besonderes Pietätsverhältnis. Sie verehrt in ihm ihren Neubegründer und zugleich einen Mitarbeiter, der für die historisch-philosophischen Studien anregend und vorbildlich gewirkt hat. Ihren Dank hat sie dem königlichen Protektor, seinem Sinn und ihrer eigenen Bestimmung getreu, dadurch abzutragen gesucht, daß sie es unternommen hat, den schriftlichen Niederschlag seiner literarischen und

politischen Lebensarbeit in würdiger und authentischer Form der gelehrten Welt vorzulegen, durchdrungen von der Überzeugung, daß nicht nur dem Andenken des großen Königs, sondern auch dem Bedürfnis der Wissenschaft dadurch ein Dienst geleistet werde. Der großen akademischen Ausgabe der Schriften Friedrichs, die auch den privaten Briefwechsel umfaßt, ist so seit 1878 die große Sammlung seiner politischen Korrespondenz gefolgt, die jetzt mit dem 36. Bande das Jahr 1775 erreicht hat.

Dieses Unternehmen muß zugleich auf dem Hintergrunde der allgemeinen Bestrebungen betrachtet werden, die auf dem Gebiet der preußischen Geschichtsforschung damals seit zwei Jahrzehnten etwa hervorgetreten waren. Sie knüpfen sich vornehmlich an den Namen von Johann Gustav Droysen, der seit 1859 an der Berliner Universität wirkte und seit 1867 Mitglied unserer Akademie gewesen ist. In einem gewissen Gegensatz zu Ranke, der die preußische Geschichte nicht anders als die Geschichte fremder Völker und Staaten als einen Teil der allgemeinen Weltgeschichte unter universalhistorischen Gesichtspunkten behandelte, war Droysen, der tätigen Anteil an den parlamentarischen Arbeiten und Kämpfen der deutschen Nationalversammlung von 1848 genommen hatte, auch als Geschichtschreiber erfüllt von jenem nationalpolitischen Geiste, der mit heißem Eifer die politische Wiederherstellung Deutschlands durch Preußen erstrebte; eben in dem Zeitpunkt, wo die Hoffnungen der Patrioten gescheitert waren, nach der Krisis von Olmütz, hat er den Plan zu seinem großen Lebenswerk gefaßt, eine Geschichte der preußischen Politik zu schreiben, die den deutschen Beruf Preußens aus seiner Vergangenheit nachweisen sollte. Diese patriotische Tendenz hat den Verfasser hier und da zu einseitigen, parteilich gefärbten Anschauungen geführt, die Rankes kühlere Objektivität leicht vermeiden konnte; aber sie brachte für die Wissenschaft doch auch den Vorteil mit sich, daß Droysen tiefer grub und bei seiner Forschung mehr ins Einzelne ging, als Ranke bei der weiten Ausdehnung seines Arbeitsfeldes für nötig und förderlich hielt. Das Bestreben, zu den echtesten und ursprünglichsten Quellen vorzudringen, das Ranke selbst der deutschen Wissenschaft eingepflanzt hatte, wurde von Droysen mit Nachdruck und Konsequenz zu der Forderung gesteigert, die Geschichte womöglich ganz aus den Akten aufzubauen. Er wollte die Staatsmänner, die die Geschichte machen, in ihrer Werkstatt belauschen; er wollte die Fülle der Geschäfte, denen ihre Arbeit galt, überschauen, und traute sich die methodische Kraft und Kunst zu, durch die aus den Geschäften Geschichte wird. Es war eine Forderung, die, auf das Ganze der preußischen Geschichte angewandt, die Kräfte eines einzelnen weit überstieg, auch bei dem

eisernen Forscherfleiß und dem beweglichen Geist, der Droysen eigen war. Schon bei dem Teil seines Werkes, der dem Großen Kurfürsten gewidmet war, und mehr noch bei der Geschichte Friedrichs des Groszen wurde dem rastlos arbeitenden Gelehrten dieser Umstand klar; und er entschloß sich allmählich, sein großes Lebenswerk nur als eine Vorarbeit anzusehen, als die Einleitung zu einer auf Jahrzehnte zu veranschlagenden Publikationstätigkeit, die mit Hilfe einer jüngeren Generation von Gelehrten angestellt werden sollte und das Ziel verfolgte, zunächst einmal den ungeheuren, unübersehbar massenhaften archivalischen Quellenstoff zu sammeln, zu sichten und in sauberen Druckwerken herauszugeben, damit also gleichsam die Bausteine zuzuhauen, aus denen einmal ein späteres Geschlecht eine quellenmäßig fundierte preußische Geschichte aufbauen könnte, die wirklich den Namen einer Staatsgeschichte verdiente. In dieser Absicht wurde 1861 unter der verständnisvollen Förderung des damaligen Kronprinzen Friedrich Wilhelm die Sammlung der Urkunden und Aktenstücke zur Geschichte des Großen Kurfürsten unter Droysens Leitung ins Leben gerufen, noch außerhalb des Rahmens des Akademie; und diesem großen Quellenwerk schloß sich dann seit 1878 mit Hilfe besonderer staatlicher Unterstützung die akademische Publikation der Politischen Korrespondenz Friedrich des Groszen an, ebenfalls unter der Leitung Droysens, der an seinem Schüler Dr. Reinhold Koser einen höchst talentvollen und tatkräftigen Mitarbeiter zur Ausführung des ihm vorschwebenden Werkes fand. Nach Droysens Tode 1884 hat zwei Jahre hindurch sein Freund und Gesinnungsgenosse, der Archivdirektor Max Duncker, nach dessen Tode seit 1886 Heinrich von Sybel die Leitung dieser Publikation geführt; nach Sybels Tode 1895 trat Reinhold Koser als dessen Nachfolger am Archiv und in der Akademie an diese Stelle. Er hat auch schon den Versuch unternommen, den großen Neubau einer Geschichte der preußischen Politik, von dem ein Haupt- und Kernstück bereits in seiner Friedrich-Biographie geschaffen war, nach einem umfassenden, auch das 19. Jahrhundert einschließenden Plan mit Hilfe des seit Jahrzehnten aufgeschichteten Materials zu errichten. Mit frischer Trauer gedenken wir seines frühzeitigen Todes, der die volle Ausführung dieses großen Werkes verhindert hat. In der Bearbeitung der Politischen Korrespondenz, die er in jungen Jahren begonnen hatte, ist ihm sein Schüler Albert Naudé gefolgt, der namentlich die Bände über den Siebenjährigen Krieg herausgegeben hat. Von den späteren Bearbeitern mag hier namentlich noch Dr. Volz genannt werden, der seit 18 Jahren an diesem Werke tätig ist.

Friedrich der Grosze hat von Anfang an die Regierung ganz persönlich geführt; er ist vor allem auch sein eigener Minister des Auswärtigen ge-

wesen. Die Minister des auswärtigen Departements, wie PODEWILS und FINCKENSTEIN, hatten eigentlich nur die Stellung von heutigen Unterstaatssekretären; sie handelten in allen wichtigen Punkten nach den Anweisungen des Monarchen. Der König verkehrte mit ihnen wie mit seinen übrigen Ministern meist schriftlich. Die Korrespondenz mit den Gesandten an auswärtigen Höfen wurde von FRIEDRICH in der Hauptsache persönlich geführt, mit Hilfe eines Kabinettssekretärs, der das, was der König nicht eigenhändig schrieb, nach seinem Diktat oder seinen Weisungen aufsetzte und ihm zur Unterschrift vorlegte. So sind wir in der Lage, die Regententätigkeit FRIEDRICHS DES GROSZEN von Tag zu Tag zu verfolgen. Die Politische Korrespondenz zeigt, wie ihm in jedem Moment die allgemeine Lage erschien, welche Nachrichten und Erwägungen auf seine Entschlüsse einwirkten, welche Pläne er verfolgte, wie er sie vorbereitete, welche Absichten ihn bei seinen Handlungen leiteten und wie er deren Wirkungen und die Gegenzüge seiner Widersacher auffaßte und beurteilte. Wir sehen hier wirklich in die Werkstatt eines großen Staatskünstlers; und anders, als bei der Politischen Korrespondenz NAPOLEONS I., die unter der Ägide seines kaiserlichen Neffen und als ein Mittel der Propaganda für die napoleonischen Ideen, wie er sie verstand, in vorsichtiger Zubereitung veröffentlicht wurde, ist hier nichts aus politischen Rücksichten verschwiegen oder vertuscht, sondern das volle, unverfälschte Bild der politischen Tagesarbeit eines großen Regenten zum Studium für Historiker und Staatsmänner der Welt vorgelegt worden. Für die Epoche des Siebenjährigen Krieges, die den Gipfelpunkt des Ganzen bezeichnet, ist auch das Kriegsarchiv des Großen Generalstabes rückhaltlos ausgenützt worden, so daß die enge Verbindung, die zwischen Krieg und Politik besteht, hier auf das klarste und wirksamste zum Ausdruck kommt. Man darf wohl sagen, daß eine historische Quellenpublikation von gleicher Ursprünglichkeit, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit für keine andere Epoche der Weltgeschichte vorhanden ist. Zwar hat gelehrte Subtilität, um eine überfeine Hypothese über den Ursprung des Siebenjährigen Krieges zu stützen, einen Gegensatz konstruieren wollen zwischen den täglichen Weisungen und Äußerungen der Politischen Korrespondenz und den allgemeinen Anschauungen und Tendenzen des Politischen Testaments von 1752: hier allein sollte die reine Wahrheit zu finden sein; dort glaubte man die Absicht der Täuschung selbst gegenüber den eigenen Ministern und Gesandten annehmen zu dürfen. Indessen, es darf wohl festgestellt werden, daß dieser Versuch, der uns psychologische und methodische Unmöglichkeiten zumutet, von den besten Kennern als verfehlt zurückgewiesen worden ist. Die Geschichtschreibung des Königs, seine politischen Testamente, seine tägliche Korrespondenz stimmen auf das vollkommenste überein; und man muß nur bedauern,

daß aus Rücksichten, die vornehmlich auf dem Gebiet der auswärtigen Politik zu suchen sein dürften, die Veröffentlichung der beiden Politischen Testamente von 1752 und 1768 in ihrem vollen Wortlaut bisher noch nicht gestattet worden ist. Vielleicht gibt die freiere politische Lage, die der gegenwärtige Krieg auch Rußland gegenüber geschaffen hat, den Anstoß dazu, jene Rücksichten endlich fallen zu lassen: es wäre ebenso ein Gewinn für die historisch-politische Erkenntnis wie für die Würdigung der literarischen Persönlichkeit Friedrichs, der auch in diesen Aufzeichnungen seine philosophische und schriftstellerische Ader nicht verleugnet.

Friedrichs des Groszen Regententätigkeit ist auf dem Gebiet der inneren Verwaltung nicht minder bedeutend als auf dem der auswärtigen Politik; aber der eigentliche Begründer der inneren Größe Preußens ist Friedrich Wilhelm I. gewesen. Er ist neben seinem großen Sohn die Hauptfigur in der Publikation der »Acta Borussica«, welche die Denkmäler der inneren Staatsverwaltung Preußens im 18. Jahrhundert ans Licht stellen soll. Wie Droysens Geschichte der Preußischen Politik den Anstoß zu den eben erwähnten Publikationen gegeben hat, so liegt dies große verwaltungsgeschichtliche Quellenwerk in der Verlängerung der Lebensarbeit Gustav Schmollers, der seit 1870 etwa in unablässigen archivalischen Studien große Gebiete der preußischen Verwaltungs- und Wirtschaftsgeschichte quellenmäßig durchforscht und dargestellt hatte, wobei ihm als Ziel eine umfassende Geschichte der Verwaltung Friedrich Wilhelms I. vorschwebte. Auch hier ist die bahnbrechende Forschertätigkeit eines Einzelnen ausgemündet in die unumgängliche Arbeit der Sammlung, Sichtung und Zubereitung des Stoffes, die nur von einer Mehrzahl jüngerer Gelehrter mit vereinten Kräften zu leisten war. Aus der großen gedruckt vorliegenden Sammlung älterer preußischer Gesetze und Verordnungen, die zuerst als eine Privatarbeit des Generalauditeurs Mylius, dann seit 1750 unter der Aufsicht und Leitung unserer Akademie veranstaltet worden war, ließ sich eine den wissenschaftlichen Anforderungen genügende Verwaltungsgeschichte Preußens nicht herstellen, schon aus dem Grunde nicht, weil die Instruktionen der Verwaltungsbehörden damals geheimgehalten wurden und daher in dieser Sammlung nicht enthalten sind, und weil überhaupt von dem Geist und den Formen der Verwaltung der Öffentlichkeit damals nur wenig bekannt war. Es bedurfte also einer planmäßigen, umfassenden Durchforschung der Archive; und die in fast 20jähriger Forschungsarbeit erwachsenen Sammlungen Schmollers konnten dabei als Grundlage und Wegweiser dienen. Die Berufung Schmollers von Straßburg nach Berlin 1881, sein Eintritt in

unsere Akademie 1887 schufen die Möglichkeit, seine Einsichten und Erfahrungen für eine solche Unternehmung nutzbar zu machen. Bei dem gewaltigen Umfang der Aufgabe bedurfte es großer staatlicher Mittel; aber die wohlwollende Aufnahme des Planes durch den Kultusminister von Goszler und den Finanzminister von Scholz, die unablässige eifrige Beförderung, die ihm der Ministerialdirektor Althoff angedeihen ließ, und nicht weniger auch das opferwillige Verständnis des Verlegers Paul Parey hat die Ausführung ermöglicht. Der Leiter des Werkes war von Anfang an Hr. von Schmoller, der zu unserer Freude ihm noch heute Kraft und Interesse in unverminderter Frische widmet. Als die Frucht einer 26jährigen Arbeit liegen heute 27 Bände der Acta Borussica gedruckt vor.

Die ganze Publikation zerfällt in 2 große Reihen, von denen die eine der Behördenorganisation und allgemeinen Staatsverwaltung gewidmet ist, während die andere besondere Gegenstände aus verschiedenen Verwaltungsgebieten behandelt.

Die Publikation über Behördenorganisation und allgemeine Verwaltung setzt mit dem 18. Jahrhundert ein und gewinnt mit dem Regierungsantritt Friedrich Wilhelms I. (1713) reichere Fülle, die eine Art von sachlicher Vollständigkeit ermöglicht. Sie reicht gegenwärtig in einer ununterbrochenen Reihenfolge von 13 Bänden bis zum Ausbruch des Siebenjährigen Krieges. Um die Arbeit schneller zu fördern, hatte man sie an zwei Punkten zugleich in Angriff genommen: beim Beginn des 18. Jahrhunderts und beim Regierungsantritt Friedrichs des Groszen. Die ganze Reihe wurde eröffnet mit einer umfangreichen orientierenden Einleitung von Gustav Schmoller über Behördenorganisation, Amtswesen und Beamtentum im allgemeinen und speziell in Deutschland und Preußen bis zum Jahre 1713, während der zweiten Hälfte ein vom Referenten verfaßter Band voraufgeschickt wurde, der eine Darstellung der Behördenverfassung und Staatsverwaltung beim Regierungsantritt Friedrichs des Groszen enthält. Die ersten Aktenbände über Friedrich Wilhelm I. sind von Otto Krauske und Victor Löwe, die späteren von Wilhelm Stolze bearbeitet worden. Die Bände über Friedrich den Groszen von 1740—1756 rühren von dem Referenten her; ein noch ungedruckter Band über die Zeit des Siebenjährigen Krieges, von dem leider früh verstorbenen Martin Hass zusammengestellt, bedarf noch einiger Ergänzungen und einer Redaktion letzter Hand.

In dieser Reihe ist das Prinzip verfolgt worden, die Stücke in chronologischer Reihenfolge zu geben; je länger, je mehr ist dabei das Bestreben zur Geltung gelangt, einzelne administrative Geschäfte, die sich über Monate erstrecken und oft einen oder mehrere Aktenbände

füllen, in gedrängten Auszügen zur Darstellung zu bringen; nur durch einen solchen Verdichtungsprozeß war es möglich, den ungeheuren Aktenstoff in einer mäßigen Zahl von Bänden zu bewältigen und für wissenschaftliche Zwecke nutzbar zu machen. Den Gegenstand dieser Abteilung bildet einmal die Organisation der Verwaltung selbst auf allen Gebieten der Staatstätigkeit: die Ausbildung des Behördenwesens und des Beamtentums, die Dienstpragmatik und die Kontrollen, namentlich auch im Kassen- und Rechnungswesen, die Reibungen im Gang der Staatsmaschine, Kompetenzkonflikte und Ressortreglements und dergleichen mehr; daneben aber auch die materiellen Ziele der Verwaltungstätigkeit, wie sie aus den großen Instruktionen und aus vielen einzelnen Kabinettsorders und Berichten sich ergeben, namentlich die allgemeinen Grundsätze der Domänen- und Steuerverwaltung, der Wirtschafts- und Gewerbepolizei, der Justizreformen; die Regierungstendenzen überhaupt, wie sie in den politischen Testamenten der beiden großen Könige einen so bedeutenden Ausdruck gefunden haben. Das Testament Friedrich Wilhelms I. von 1722 ist im 3. Bande, das Friedrichs des Groszen von 1752 mit Ausschluß der Teile, die die auswärtige Politik behandeln, im 9. Bande mitgeteilt. Ein besonderer, als Ergänzung dieser Reihe zu betrachtender Band, von Otto Krauske bearbeitet, bringt die erste vollständige und authentische Ausgabe des Briefwechsels Friedrich Wilhelms I. mit seinem Freunde, dem Fürsten Leopold von Anhalt-Dessau, der ihn nicht bloß in militärischen, sondern auch in ökonomischen und Verwaltungsfragen beraten hat. Die Persönlichkeit des Königs in ihrer frischen, drastischen Ursprünglichkeit tritt uns hier ganz ungeschminkt und leibhaftig entgegen. Auch in der Aktenpublikation steht die Person der beiden Monarchen, wie sie in der Form der Kabinettsregierung wirkte, überall im Mittelpunkte. Vom Königlichen Kabinett gehen fast alle Antriebe in der Verwaltung aus; dort ist auch der Brennpunkt, in dem der Gesamtzustand der Monarchie vermittels der Berichte von Behörden und einzelnen Beamten sich reflektiert. Man gewinnt aus dieser Publikation erst eine deutliche und lebendige Vorstellung davon, was das altpreußische absolutistische Regiment eigentlich bedeutet. Man sieht, daß es sich hier keineswegs schlechtweg um eine bürokratische Verwaltung handelt, sondern vielmehr um eine Autokratie, bei der der König von Preußen noch sein eigener Finanz- und Kriegsminister war und den Behördenapparat vom Minister bis zum Steuerrat herab lediglich als ein untergeordnetes Werkzeug seiner persönlichen Regierungstätigkeit handhabte; erst seit der Neuordnung der Ministerial- und Mittelbehörden seit 1808 ist das Prinzip der Autokratie mehr und mehr von dem der Bürokratie abgelöst worden.

In der zweiten Reihe der Acta Borussica, die es mit den einzelnen Verwaltungsgebieten zu tun hat, ist aus der Natur des Stoffes eine besondere Publikationsmethode erwachsen: hier handelt es sich überall um eine zusammenhängende Darstellung neben einer Sammlung von Aktenstücken; und je länger, je mehr hat es sich als notwendig erwiesen, das Hauptgewicht auf die Darstellung zu legen, weil sonst die Massenhaftigkeit der Aktenstücke die Publikation zu stark belasten würde. Im Vordergrunde des Interesses stand hier die wirtschaftliche Verwaltung, die ja mit dem Finanzsystem im Zeitalter des Merkantilismus eng zusammenhängt. Drei Bände über die Seidenindustrie und ihre Begründung durch Friedrich den Groszen — zwei Bände Akten, ein Band Darstellung aus der Feder des Referenten — suchen an diesem besonders geeigneten Beispiel zu zeigen, welche Mittel und Wege die merkantilistische Manufakturpolitik gewählt hat, um ihre Absicht einer fortschreitenden Industrialisierung des Landes durchzusetzen. Drei Bände über die Getreidehandelspolitik, bis zum Jahre 1756 reichend, zum größten Teil von dem früh verstorbenen Wilhelm Naudé herrührend, dessen unvollendetes Werk August Skalweit fortführt, gewähren einen Einblick in die allmähliche Entfaltung jenes fast staatssozialistisch anmutenden Systems, durch das Friedrich der Grosze mit Hilfe der Kriegsmagazine die Getreidepreise zu regulieren und sie auf einer mittleren Höhe zu halten versuchte, um das Gleichgewicht zwischen den Interessen von Produzenten und Konsumenten zu erhalten; das Werk wird zugleich eine Geschichte der Preise aufbauen, wie sie wenigstens in Deutschland bisher nicht besteht. Eine Darstellung der Handels-, Zoll- und Akzisepolitik des brandenburgisch-preußischen Staates, von der Hugo Rachel einen bis 1713 reichenden Band bereits im Druck herausgegeben und einen zweiten, die Zeit Friedrich Wilhelms I. umfassenden, im Manuskript vollendet hat, bringt den für das Zeitalter charakteristischen Zusammenhang zwischen Steuer- und Wirtschaftspolitik zu besonders klarer Anschauung und läßt die allmähliche Entwicklung rationeller handelspolitischer Methoden erkennen; das Hauptinstrument der Schutzzollpolitik lag ja damals, beim Mangel eines Grenzzollsystems, in der städtischen Torakzise. Von grundlegender Bedeutung für die Wirtschafts- und Finanzgeschichte ist die Bearbeitung des preußischen Münzwesens im 18. Jahrhundert durch Friedrich Freiherrn von Schrötter, die vier Bände Münzgeschichte und zwei durch viele Lichtdrucktafeln erläuterte Bände Münzbeschreibung umfaßt. Es ist der erste Versuch, auf breiter aktenmäßiger Grundlage nicht nur die äußere Münzgeschichte, sondern auch die Funktion des Geldes in Verbindung mit

den obwaltenden wirtschaftlichen und politischen Tendenzen für ein großes Staatsgebiet und einen Zeitraum von 100 Jahren zu erforschen und darzustellen; seine Ergebnisse sind auch für eine neue Theorie des Geldes nicht ohne Belang.

Neben diesen teils fertigen, teils der Vollendung sich nähernden Werken stehen noch weitere bedeutende Aufgaben, die entweder schon in der Ausführung begriffen oder doch für die Zukunft ins Auge gefaßt sind. Die großen Sammlungen Schmollers über die Geschichte der preußischen Wollindustrie, über Salz-, Berg- und Hüttenwesen, über die Seehandlung, werden vervollständigt und reifen einer abschließenden Bearbeitung entgegen. Eine umfassende Darstellung des Staatshaushalts auf Grund der Etats- und Tresorakten ist in Aussicht genommen. Vor allem aber bedarf es noch einer von allgemeinen wirtschaftlich-sozialen und politischen Gesichtspunkten geleiteten Bearbeitung der Heeresverwaltung, zu der namentlich auch das bei den militärischen Zentralstellen beruhende Aktenmaterial herangezogen werden müßte. Sachliche und persönliche Schwierigkeiten haben dies bisher noch verhindert; die Aufgabe stand aber von Anfang an bei den Entwürfen der Kommission mit in erster Linie. Die Militärverwaltung bildet gewissermaßen das Rückgrat der ganzen preußischen Staatsverwaltung des 18. Jahrhunderts; alle wirtschaftlichen und finanziellen Maßregeln sind von militärisch-politischen Gesichtspunkten beherrscht; nicht die Glückseligkeit und das Behagen der Einzelnen war das Ziel, auf das alles gerichtet wurde, sondern die Macht und Größe des Staates, ohne die auch keine allgemeine Wohlfahrt möglich war. Davon zeugen die Acta Borussica auf jeder Seite; es ist der eigentliche Grundzug des friderizianischen Regiments; ja wir können sagen, es ist das beständige Prinzip des Preußischen Staates und des vom gleichen Geiste erfüllten Deutschen Reiches; und seine tiefe innere Berechtigung bringt uns der Ernst der Gegenwart aufs neue zu lebendigem Bewußtsein.

Nunmehr ergriff Hr. Branca das Wort zu dem wissenschaftlichen Festvortrag: »Die vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus und die Frage seiner internationalen Erforschung«.

Die vier Entwicklungsstadien des Vulkanismus und die Frage seiner internationalen Erforschung.

Ganz ebenso wie sich Leben doch sehr wahrscheinlich nicht allein auf dem Planeten Erde unserer Sonne findet, sondern auch noch auf vielen dafür geeigneten Planeten anderer Sonnen[1], so auch ist Vulkanismus sicher nicht auf diese Erde beschränkt. Aber viel weitergehend als Leben tritt Vulkanismus nicht nur auf einzelnen Gestirnen auf.

Wie riesengroß auch die Zahl der Gestirne sei, die mit für unsere Begriffe ungeheuerlichen Geschwindigkeiten durch das Weltall fahren — 15, 30, selbst 100 und mehr mal schneller als eine Gewehrkugel[2] — ob es nur jene drei-, vier-, fünfhundert Millionen Gestirne gibt, von denen uns, nach ganz ungefährer Schätzung, die photographischen Platten des Sternenhimmels Kunde geben, oder ob ihre Anzahl wirklich unendlich sei — das können wir doch als zweifellos sicher für alle annehmen: in der Entwicklung eines jeden dieser unzählbaren Gestirne kommt eine Zeit, in der auf ihm Beben und vulkanische Ausbrüche auftreten. Mit den Augen der Objektivität betrachtet, also im Verhältnis zu der Größe der Gestirne, sind Beben und Vulkanausbrüche ein Nichts: nur ein winziges wenig erzittert die Gestirnsrinde bei dem Beben; nur ein winziges Tröpfchen Schmelzfluß quillt bei dem Vulkanausbruch aus der Gestirnsrinde heraus. Aber mit Menschenaugen betrachtet, sind sie ein Ungeheures an Großartigkeit und Unglück.

Leben und Vulkanismus haben also das gemeinsam, daß beide nicht allein von dieser Erde sind. Aber dem Leben ist eine Schranke gezogen, es kann sich nur auf gewissen Gestirnen einstellen; dagegen Beben und Vulkanismus stellen sich notwendig auf allen Gestirnen ein, sind also eine allgemeine Erscheinung im Weltall.

Ganz ebenso ferner wie das Leben erst dann erscheint, wenn auf dem Gestirne sich die Bedingungen eingestellt haben, unter denen Leben

[1] Sofern diese Planeten nur in gehöriger, nicht zu geringer, nicht zu großer Entfernung von ihrem Fixstern sich befinden, so daß es auf ihnen weder zu warm noch zu kalt für das Bestehen von Leben ist.

[2] Durchschnittsgeschwindigkeit einer Gewehrkugel etwa 1000 m pro Sekunde.

überhaupt bestehen kann, und wie es dann erstirbt, wenn diese Bedingungen verschwunden sind, so auch der Vulkanismus. Aber wiederum viel weitergehend als das Leben, das erst dann möglich wird, wenn sich eine Kruste gebildet und die Temperatur auf ihr sich bis unter 100° C abgekühlt hat, erscheint der Vulkanismus schon auf dem Gestirne, sobald der kühle Nebelball in das Glühen gekommen ist.

Und abermals, ganz ebenso wie es ein niederes, primitives Leben gibt, das kaum erst vegetiert, so möchte ich auch einen primitiven Vulkanismus einem hochentwickelten gegenüberstellen. Ganz also wie das Leben auf der Erde — und offenbar doch ebenso auf anderen Gestirnen — im Laufe der Zeiten seine äußere Erscheinungsweise verändert, sich entwickelt, so auch der Vulkanismus, von dem ich vier Entwicklungsstadien unterscheiden möchte. Hochentwickelt, stark differenziert zeigt er sich auf Gestirnen wie die heutige Erde. Hier betätigt er sich nicht nur auf der Oberfläche des Gestirns, auf der er, mannigfach gestaltet, in allen Farben schillert. Auch im Innern der Gestirnsrinde ist er wirksam, indem er hier die große Reihe von Umwandlungen der Gesteine der festen Erdrinde erzeugt. Und noch auf einem dritten Felde zeigt sich seine Arbeit, indem durch ihn die vulkanischen und kryptovulkanischen Beben hervorgerufen werden.

So hoch entwickelter Vulkanismus bedarf natürlich eines schon stark abgekühlten Gestirns, auf dem bereits alle drei Aggregatszustände vorhanden sind. Es wäre aber Irrtum, wenn man den viel weniger hoch differenzierten Vulkanismus eines Gestirns, das erst zwei Aggregatszustände, also noch keinen festen, besitzt, nicht auch als Vulkanismus bezeichnen wollte. Wenn dem so ist, dann sind wir aber logisch gezwungen, auch auf Gestirnen mit erst einem einzigen Aggregatszustande, dem glühend gasförmigen, gewisse Erscheinungen als Vulkanismus anzuerkennen; gleichviel, ob sie auch ganz anders als die auf der Erde erscheinen und gleichviel, durch welche Ursache sie hervorgerufen werden. Selbst also, wenn auf einem glühend gasförmigen Gestirne lediglich durch Wirbelstürme glühende Gase in die Höhe gerissen werden[1], so bezeichne ich auch das noch als Vulkanismus. Das gleiche gilt auch, wenn auf solchem glühenden Nebelballe infolge von Gezeitenwirkung eine Flutwelle glühenden Gases periodisch das Gestirn umkreist. Vulkanismus bei nur einem Aggregatszustande des Gestirns ist eben notwendig noch völlig primitiv, ganz anders als der heutige der Erde, aber trotzdem ist er bereits ein Vulkanismus.

Und schließlich: ganz ähnlich wie bei einem Lebewesen der Zustand der Gesundheit das Normale ist, der Zustand einer Krankheit,

[1] Auf der Sonne wird vielleicht ein Teil der Protuberanzen durch Wirbelstürme erzeugt.

des Erbrechens oder eines Krampfanfalles nur Ausnahme, so ist auch bei Gestirnen die Ruhe das Normale, Dauernde; und nur Ausnahmezustand ist es, der mehr oder weniger schnell vorübergeht, wenn das Gestirn, als liege es in Krampfanfällen, seinen glühenden Inhalt gen Himmel speit oder in wildes Erbeben fällt. Das gilt besonders von dem höchstentwickelten Vulkanismus, wie ihn die heutige Erde zeigt. Vom primitiven dagegen wird das Gestirn viel häufiger befallen, auch kann das periodisch erfolgen. Ein Gestirn gesundet also im Laufe seiner Entwickelung mehr und mehr von seinen Anfällen der Vulkanausbrüche, bis schließlich diese ganz verschwinden, wenn es ins Greisenalter getreten ist.

So lassen sich also gewisse Analogien zwischen Leben und Vulkanismus finden. Aber wenn ich sie hervorhebe, so liegt mir doch fern, Gedankengängen zu folgen, wie Preyer und andere sie gingen, die in dem feurigen Schmelzflusse eine Form des Lebens sehen wollen: eine älteste, primitivste Lebensform, bei der das Silizium der Träger dieses Lebens sei, die nur in höchster Glut bestehen könne und abstürbe, sobald der Schmelzfluß erstarrt; gegenüber der jüngeren, heute auf Erden herrschenden höheren Form des Lebens, bei welcher der Kohlenstoff Träger des Lebens ist, der nur bei niedrigen Temperaturen bestehen kann.

Eine solche Ausdehnung des Lebensbegriffes liegt mir fern. Liegt doch der Grund dieser Analogien zwischen Leben und Vulkanismus lediglich darin, daß beide eines Gestirns bedürfen, auf dem sie sich betätigen.

Freilich könnte man den Einwurf machen, ich messe mit zweierlei Maß: ich verneine die Erweiterung des Lebensbegriffes auf jenes (angebliche) feuerflüssige Kieselstoffleben, bejahe aber die Erweiterung des Begriffes des Vulkanismus aus einem dreiaggregatszuständigen auf einen zwei- und selbst einen einaggregatszuständigen. So gut die letztere Form des Vulkanismus eine völlig andere sei als die erstere, heutige, ebensogut müsse man auch eine völlig andere, feuerflüssige Kieselstofform des Lebens gelten lassen gegenüber der heutigen Kohlenstofform.

Mir scheint, nur mit Unrecht könnte ein solcher Einwurf gemacht werden. Leben spottet, trotz aller Versuche dazu, jeder völlig genügenden Definition, selbst schon gegenüber dem Kohlenstoffleben; geschweige denn, wenn man noch ein glühendes Kieselstoffleben in die Definition hineinziehen wollte. Die Begriffserklärung für den Vulkanismus aber wird umgekehrt immer einfacher, je mehr man seine primitiven Erscheinungsweisen mit hinzunimmt. Vulkanismus ist dann

jede auf natürlichem Wege mit unwiderstehlicher Gewalt sich vollziehende Äußerung glühender Massen eines Gestirns. Auch ist die Entwicklung des Lebens aktiv, sie liegt im Leben selbst, Leben entwickelt sich; die des Vulkanismus aber ist rein passiv, sie liegt nur in dem Gestirne, dessen Entwicklung er lediglich widerspiegelt, der Vulkanismus wird entwickelt.

Solange das Gestirn ein Nebelball von niederer Temperatur ist, gibt es auf ihm noch nichts, das man als Vulkanismus bezeichnen könnte.

Erst wenn die Gase ins Glühen gekommen sind, stellen sich von Zeit zu Zeit Vorgänge ein, die man als primitivsten Vulkanismus bezeichnen muß; denn zum Vulkanismus gehören Glühen und Gewaltsamkeit, und die sind hier vorhanden. Unsere Sonne, mit etwa 5000° Durchschnittstemperatur, gehört zu diesen nur aus glühenden Gasen gebildeten Gestirnen[1]. In diesem ersten Stadium des Vulkanismus können es natürlich nur heißglühende Gase sein, die aber bei ihrem geringen Gewichte bis zu Riesenhöhen ausgespien werden[2].

Später, wenn das Gestirn schon stärker abgekühlt, an seiner Oberfläche feuerflüssig geworden ist, während es im Innern unter dem hohen Drucke noch gasförmig bleibt, werden neben den glühenden Gasen seines Innern auch noch geschmolzene Massen seiner feuerflüssigen Hülle emporgeschleudert; letztere natürlich entsprechend ihrem so viel höheren Gewichte, viel weniger hoch. Das ist das zweite, auch noch recht primitive Entwicklungsstadium des Vulkanismus.

Solange der Vulkanismus sich auf einem dieser beiden sehr heißen Entwicklungszustände der Gestirne, dem gasigen oder dem feuerflüssigen, vollzieht, verschwindet nach dem Ausbruch notwendig fast augenblicklich wieder jede Spur der Ausbruchsstelle; denn in der gasigen oder feuerflüssigen Masse fließt jede Krateröffnung wieder zu, und jeder aufgeworfene Berg fließt wieder auseinander. Von diesen beiden ersten Jugendstadien des Vulkanismus verrät uns also später das Antlitz des gereiften Gestirns nichts mehr. Ganz Entsprechendes

[1] Nach neuerer Anschauung der Physiker, welche das Kontinuierliche des Sonnenspektrums, das für feurig-flüssigen (bzw. festen, der ja aber nicht in Frage kommt) Aggregatszustand spricht, als eine Folge der starken Kompression der Gase erklären.

[2] Auf unserer Sonne werden die Protuberanzen bis zu 30—40000 km und selbst bisweilen bis zu 400000 km Höhe emporgestoßen. Zum Teil mögen bei der Sonne die Protuberanzen ja meteorologische Ereignisse sein, hervorgerufen durch aufsteigende heiße Gasströme, die im Gefolge der Rotation Zyklone werden. Zum anderen Teil aber — und zwar die explosiven Protuberanzen gegenüber jenen ruhigen wolkenartigen — scheinen sie doch vulkanischer Natur zu sein. Jedenfalls wird man ganz allgemein bei glühend gasförmigen Gestirnen auch explosive, also eruptive Vorgänge, aus verschiedenen Ursachen hervorgehend, erwarten können.

gilt auch von den Beben; denn Beben können sich in diesen beiden ersten Stadien, wenigstens wirkungsvoll, noch nicht einstellen. Zwar pflanzt sich natürlich auch in dem gasigen und in dem feuerflüssigen Gestirne jede Erregung durch Explosionen fort; und das ist gleichfalls schon ein primitives Beben. Aber irgendwelche Spuren kann es nicht hinterlassen, erst bei dem Vorhandensein einer Gestirnsrinde ist das der Fall; auch werden erst dann natürlich die tektonischen Beben möglich, die unabhängig von dem Vulkanismus sind.

Erst dann, wenn sich in dem nun folgenden, schon stärker abgekühlten Entwickelungszustande des Gestirnes eine Rinde gebildet hat, wie heute bei der Erde und dem Monde, erst dann bleiben die Ausbruchsstellen, die Krater, längere Zeit erhalten, und erst dann können eigentliche Beben auftreten. Je nach der Dicke der Rinde ergeben sich jedoch auch hier noch mehrfache Unterschiede in dem Entwicklungsgrade des Vulkanismus und der Krater in ihrer Gestalt, ihrer Anzahl und Verbreitung.

Solange nämlich die Rinde nur sehr dünn ist, heben die vom Schmelzfluß in ungeheuren Mengen absorbierten und nun in seinen oberen Lagen sich ausdehnenden, frei werdenden Gase die dünne Rinde in Form von großen und kleinen Blasen in die Höhe. Diese käseglockenartigen Erhöhungen der Gestirnsrinde können bestehen bleiben; meist aber sinkt die Blase in der Mitte wieder ein, so daß nun ihr ringsum stehenbleibender Rand einen Ringwall bildet, der sich nach außen über die Gestirnsoberfläche erhebt und nach innen eine vertiefte Innenebene umgibt. Bei diesem Vorgang werden die Gase aber auch einerseits explodieren können, so daß die blasenförmige Erhebung der Gestirnsrinde in ihrer Mitte zerschmettert und in die Luft geblasen wird; anderseits werden sie durch ihre hohe Temperatur die Gestirnsrinde hier wieder an- oder ganz einschmelzen können (s. später S. 64 u. 65).

In diesem dritten Entwicklungsstadium des Vulkanismus entstehen also überaus zahlreiche, mehr oder weniger dicht gedrängte und über die ganze Gestirns-Oberfläche verbreitete große und kleine Ringwälle, wie sie der Mond besitzt, die seiner Oberfläche das pockennarbige Aussehen verleihen. Hier besteht das Kennzeichnende des Vulkans also der Regel nach nicht, wie meist bei der heutigen Erde, in einem großen Berge, der an der Spitze einen kleinen Krater hat, sondern umgekehrt aus einem berglosen Gebilde, nur einem oft sehr großen Krater, der von einem Ringwalle umgeben ist.

Wird dann die Kruste immer dicker, so ist das vierte, höchstentwickelte Stadium des Vulkanismus erreicht. Die Rinde wird von dem Schmelzflusse nur noch in langen Röhren und auch das nur noch

an ihren dünnsten und schwächsten Stellen durchbrochen. In diesen Röhren muß der schwere Schmelzfluß nun gewaltig hoch aufsteigen, um bis zur Tagesfläche zu gelangen. Dort speit dann das Gestirn seinen feuerflüssigen Inhalt hoch gen Himmel und türmt ihn über jenen Röhren zu hohen Bergen auf, an deren Spitze typisch nun die Röhrenmündung, der kleine Krater, liegt. In diesem Stadium befindet sich jetzt der Vulkanismus unserer Erde.

Schon in dem dritten, aber ganz besonders erst in diesem vierten Entwicklungsstadium tritt ein ganz neues noch hinzu:

Der Vulkanismus differenziert sich nun im höchsten Maße, betätigt sich nun in dreifacher Weise. Einmal an der Oberfläche des Gestirns, wo er sich aber auch schon in verschiedenartigster Weise differenziert. Zweitens im Innern der Erdrinde, indem der Schmelzfluß Einspritzungen in die Rinde macht und von diesen Stellen aus sie anschmilzt, einschmilzt, umwandelt, metamorphosiert. Drittens endlich indem er die vulkanischen und kryptovulkanischen Beben bewirkt.

Wenn schließlich das Greisenalter des Gestirns herangekommen, das Gestirn noch mehr erkaltet und entgast und seine Rinde zu dick geworden ist, dann erstirbt der Vulkanismus schließlich ganz.

Diese vier verschiedenen Entwicklungszustände des Vulkanismus muß notwendig ein jedes Gestirn in seiner Entwicklung nacheinander erleben.

Unsere Erde also in ihrer ersten, glühend gasförmigen Jugend hatte ganz ebenso nur gasigen Vulkanismus wie heute noch die Sonne. In reiferer Jugend, mit ganz dünner Kruste, erhielt sie dann ein von zahlreichen ringwallförmigen Kratern pockennarbiges Antlitz, ähnlich so wie der Mond es heute zeigt. Wie gänzlich anders aber unserer Erde Antlitz damals war als heute, das lehrt die folgende Betrachtung: Die heutige Erde hat nur etwa 415 tätige[1] Vulkane und vielleicht einige tausend erloschene Krater. Der Mond dagegen hat allein auf der uns zugewandten Seite gegen 33000, auf beiden Seiten also wohl an 66000 Krater. Doch das sagt lange noch nicht alles; denn da die Mondesoberfläche etwa 13 mal geringer ist als die der Erde, so würde ein Mond von gleicher Größe wie die Erde nicht weniger als 860000 Krater haben!

Oder umgekehrt, das Antlitz unserer Erde mag damals von einer solchen ungeheuerlichen Zahl von Kratern bedeckt gewesen sein. Doch immerhin mit dem Unterschiede, daß ihre Zahl und besonders ihre Durchmesser nicht ganz so groß waren; denn auf

[1] Seit 1800 tätig gewesen, nach Mercalli.

der Erde ist ja das Gewicht der Gesteine, also auch des Schmelzflusses, 6mal größer als auf dem Monde, die Gase mußten also auf der Erde 6mal größere Arbeit leisten als auf dem Monde. Aus solcher Vergleichung mit dem Monde erkennt man, wie ungeheuer einst, in seinem dritten Entwicklungsstadium, der Vulkanismus auf der Erde gewütet und ihr seine Narben aufgedrückt hatte, und in wie hohem Maße jetzt die Erde schon von ihren vulkanischen Krampfanfällen gesundet ist.

Befremden mag, daß diese alte Blasentheorie der Entstehung der Mondkrater hier wieder geltend gemacht wird. Sie schien begraben, gleicherweise wie auch die Versuche, die Entstehung der Mondkrater durch auf den Mond gestürzte Meteoritenschwärme oder durch gewaltige Explosionen zu erklären. E. Süss' Aufschmelzungslehre schien uns des Rätsels Lösung zu bringen, nach der alle größeren Mondkrater bzw. Ringwälle und die Maria lediglich Einschmelzungsbecken seien, ausgefressen aus der Mondrinde durch die aus der Tiefe an zahlreichen Stellen aufgestiegenen heißen Gase. Demgegenüber hielten aber Löwy und Puiseux die alte Blasentheorie doch wieder in Ehren; und Bergeron übertrug sie auch auf die Erde für deren erste Jugendzeit.

Mir scheint das Folgende dafür zu sprechen:

Es wäre eine falsche Vorstellung, daß die Beschaffenheit des feurigen Schmelzflusses, den ein jugendliches Gestirn bei seinen vulkanischen Ausbrüchen ausspeit, dieselbe sei wie die eines älteren Gestirns. Der Schmelzfluß muß vielmehr bei einem jungen Gestirne unvergleichlich viel gasreicher sein, und aus den Tiefen des jungen Gestirns müssen außerdem noch unablässig ungeheure Mengen von Gasen in diesen Schmelzfluß und durch ihn hindurch aufsteigen. Wenn es doch zweifellos richtig ist, daß die Erde — und ebenso natürlich doch alle Gestirne — in einem Entgasungsprozeß seit vielen, vielen Jahrmillionen begriffen sind, dann folgt, daß alle diese ungeheuren, in dem langen Zeitraume entwichenen Gasmassen vor diesen Jahrmillionen noch in dem Gestirne bzw. in dessen Schmelzfluß vorhanden gewesen sein müssen.

Den Eruptionen eines jugendlichen Gestirns mit erst dünner Rinde stehen mithin unvergleichlich viel größere Gasmassen zur Verfügung als denen eines alten Gestirns, so daß die Blasenbildung hier begreiflich ist, die auf der heutigen Erde und bei deren verhältnismäßiger Gasarmut des Schmelzflusses ganz unbegreiflich scheinen müssen.

Doch wird diese Entstehung der Krater infolge von Blasenbildung um so leichter, vollkommener und zahlreicher vor sich gehen, je kleiner die Schwere auf einem Gestirne ist, und umgekehrt. Aus diesem Grunde

bin ich nicht der Ansicht Bergerons[1], daß sich die Erde in bezug auf Reichtum und Größe der Krater einst verhältnismäßig ganz ebenso wie ihr Mond verhalten haben wird. Aber ich stimme ihm im Prinzip durchaus bei, daß die Oberfläche der Erde einst ähnlich aussah wie die ihres Mondes noch jetzt, daß also ganz vorwiegend die Expansivkraft der Gase und nur nebenbei ihre einschmelzende Kraft bei der Bildung der Erstlingskrater eine Rolle gespielt haben wird.

Der Mond steckt voller Widersprüche. Nach Laplacescher Auffassung ist er das Kind der Erde, ist Stein von ihrem Stein — und dennoch ist der Mond bereits ein Greis, sein Vulkanismus ganz oder fast ganz schon erloschen; wogegen seine Mutter, Erde, doch noch in ihren besten Jahren ist. Das Kind gealtert vor der Mutter; das kommt daher:

Gestirne altern bekanntlich nicht wie Menschen, nach der Anzahl ihrer Jahre, sie altern nach ihrer Masse, jedoch im umgekehrten Verhältnis zu dieser: je größer die Masse des Gestirns, desto länger hält es sich — gleiche Anfangstemperatur vorausgesetzt — heiß, d. h. hier jung; je kleiner seine Masse, desto schneller kühlt es sich ab, wird somit alt. Da nun des Mondes Masse 81 mal geringer ist als die der Erde, so mußte er darum so schnell zum Greise werden.

Doch nun der zweite Widerspruch: der Greis trägt immer noch sein Jugendangesicht, wogegen Erde, die noch in ihren besten Jahren ist, ihr Jugendangesicht[2] schon längst verloren hat. Das kommt daher:

Da unser Mond kein Wasser, keine Luft besitzt, die hier zerstörend und abtragend auf die Oberfläche wirken konnten, so blieben die Krater seiner Jugendzeit bis auf den heutigen Tag noch gut erhalten; wogegen auf der Erde die zahlreichen ringwallförmigen Jugendkrater längst durch Luft und Wasser wieder ganz zerstört und abgewaschen und durch andere jüngere Vulkanbildungen, Vulkanberge, ersetzt sind.

Wenn dem so ist — und das ist nun der dritte Widerspruch — dann muß man freilich fragen, warum sich denn nicht auch auf dem Monde, bevor er abstarb, dieses reifere Vulkanstadium der Vulkanberge überall gebildet hat. Die Zeit dazu stand ihm ja zur Verfügung[3].

Warum das nicht geschah, ist schwer zu sagen, doch sind zwei Gründe denkbar: einmal darum, weil die Kleinheit der Masse des Mondes eine so schnelle Erstarrung bedingte, daß sich dieses jüngere Vulkanstadium der Vulkanberge nur untergeordnet bilden konnte.

[1] Vgl. Puiseux, La Terre et la Lune. Paris, Gautier Villars 1908. Ferner Bergeron, Société géologique de France, Compt. rend. 1913, S. 100, und Bulletin 1913, 4. Ser., XIII, S. 323.

[2] Bergeron, a. a. O., glaubt noch einige dieser Jugendbildungen auf der Erde erkennen zu können.

[3] Gänzlich fehlen solche Vulkanberge auf dem Monde ja nicht.

Zweitens auch noch darum, weil das Fehlen einer Hülle von Wasser und Luft, also von Wasserdampf in letzterer, eine noch viel schnellere Abkühlung ermöglichte.

So zeigen also heute Sonne, Mond und Erde drei verschiedene Entwicklungsstadien des Vulkanismus; die beiden ersteren zeigen das erste und das dritte Stadium, das zweite ist hier nicht vertreten; und unsere Erde hat bereits die ersten drei durchlaufen und ist im vierten.

In allen Stadien aber und auf allen Gestirnen ist, wie schon gesagt, ein Beben oder ein Vulkanausbruch der Ausnahmezustand, vergleichbar einer vorübergehenden Erkrankung des Gestirns, die wie ein Krampfanfall hereinbricht und vorüberzieht, hier plötzlich, dort abblassend und allmählich. Das Krankheitsbild aber, besonders das des hochentwickelten Vulkanismus, ist der Gipfel dessen, was man großartig und gewaltig nennen muß; und da, wo Lebewesen das Gestirn bewohnen, da werden der Vulkanausbruch und das Beben auch zugleich der Gipfelpunkt des Schrecklichen. Ein Seufzen und ein Stöhnen geht durch alle Lebewelt, wenn Mutter Erde von ihnen befallen wird; denn dann wird sie zur Massenmörderin der Erdenkinder. In Hekatomben, und mit einer Meisterschaft, der nichts auf Erden gleicht, vernichtet sie die Lebewesen durch die verschiedensten Todesarten, zerstört das, was die Menschen auf der Erde schufen, verwüstet aber auch zugleich das eigene Erdenangesicht.

In kurzen Bildern soll zunächst das Beben an uns vorüberziehen, um so den Unterschied zu zeigen, der die Erscheinungsweise beider voneinander trennt.

Carácas 1812 in Südamerika: in voller Ruhe liegt die Erde. Plötzlich wird sie befallen von dem Beben: ein Stoß, und alle Glocken der türmereichen Stadt beginnen anzuschlagen, das Grabgeläute, das Allmutter Erde ihren Kindern gibt. Nun gleich darauf ein zweiter heftiger, dann ein dritter Stoß — und damit liegt in einer halben Minute die ganze Stadt in Trümmern; 10000 Menschen atmen plötzlich nun nicht mehr, die eben noch voll Lebensglück geatmet hatten, oder quälen lebendig begraben unter Bergen von Schutt und Balken, die keines Menschen Kraft so schnell beseitigen kann, verzweifelnd langsam sich dem Tode entgegen.

Nun Lissabon im Jahre 1755: 2. November, Allerseelentag, des Morgens um ½10 Uhr, die Kirchen voll von Menschen, die ihrer heimgegangenen Lieben denken. Ein strahlend blauer Himmel. Plötzlich brüllt die Erde in der Tiefe auf, und gleich darauf erfolgt ein Zucken ihrer Rinde, so stark, daß viele Bauten gleich zusammenbrechen. Aus 300000 Menschenmündern schallt zum Himmel auf ein wilder Schrei

des Grauens und der Frage: Ist das der Anfang nur zu Schlimmerem, oder ist es schon beendet? Die Erde aber liegt inzwischen wiederum so schön, so harmlos und so ruhig da, als sei gar nichts geschehen. Da plötzlich nach zwei Minuten abermals ein heftiger Stoß. Nun wieder drei Minuten volle Ruhe. Jetzt ein dritter Stoß — und damit liegen binnen fünf Minuten von der Stadt, die damals 300000 Seelen zählte, zwei Drittel im Staub, sind 30000, nach anderen Berichten 60000, Menschenleben ausgelöscht.

Im Jahre 1783 in Calabrien, da waren es sicher 60000; und 1703 in Japan wohl an 100000 Tote.

So hohe Zahl der Opfer erklärt sich, weil das Beben die Erde stets so plötzlich heimsucht, daß ein Entfliehen hier unmöglich ist; wogegen ein Vulkanausbruch sich langsam zu entwickeln pflegt, so daß die meisten Menschen fliehen können, und darum sterben hierbei meist nur einige Hundert, höchstens einige Tausend. Nur ganz vereinzelt stehen große Zahlen: so bei dem Ausbruch des Mont Pelé an 29000 und des Rakáta an 30000 Tote, weil es hier ausnahmsweise kein Entfliehen gab.

Das Beben also steht, was Massenmord an Lebewesen anbetrifft, sehr viel gewaltiger da als ein Vulkanausbruch. Doch was Großartigkeit und Schönheit der Naturerscheinung anbetrifft, so ist das Beben darin völlig minderwertig, reizlos, nüchtern. Nur kurze Stöße, meistens nur sekundenlang, kurzes unterirdisches Gebrüll — damit ist auch der Anfall schon beendet, die Erde wieder ruhig wie vorher, und nur der Staub der eingestürzten Städte schwebt noch eine kurze Weile über dieser Unheilsstätte.

Wie völlig anders, wenn die Erde, vom Vulkanausbruch befallen, mit Donnern, Krachen, Zischen ihre glühenden Eingeweide hoch zum Himmel ausspeit und tage-, wochenlang so anhält. Dann wird sie überirdisch, unbeschreiblich schön und groß und grausam; denn unserer heutigen Erde Vulkanismus ist ja, wie früher schon gesagt, in allen Farben schillernd, hochentwickelt. Und jede dieser Farben bringt den Erdenkindern wieder andere Todesart. In kurzen Bildern soll auch das vorüberziehen:

Der 24. August des Jahres 79 nach Christus, des Mittags um 2 Uhr. Die heiße Sonne brennt auf Herculanum und Pompeji nieder. Da öffnet oben sich der scheinbar längst erloschene Vesuv, von dem kein Mensch mehr ahnt, daß er jemals ein Feuerberg gewesen und daß noch heute Leben in ihm sei. Hoch ist die Lava aufgestiegen in dem Schlunde, doch kommt es kaum zu ihrem Ausfluß, denn in ungeheuerlichen Mengen und unaufhörlich entfahren Gase aus dem Leib der Erde; sie wirbeln stürmisch aufwärts durch den Schmelzfluß,

der die Ausbruchsröhre wild aufbrodelnd füllt, um, oben angelangt, zu explodieren und alles zu zerschmettern.

Der Feuerberg zerbläst sich selbst, zerschmettert in unablässigen Explosionen Tag und Nacht sein eigenes Gestein, zerschmettert die feuerflüssige Lava, die in ihm brodelnd kocht, zu Staub und Asche und bläst das alles auf zum Himmel, aus dem es langsam wieder niedersinkt. Bald starrt die ganze Luft von dunkler Asche, so daß der helle Tag in dunkle Nacht sich wandelt. Und ohne Aufhören sinkt dies rabenschwarze Aschentreiben langsam nieder und häuft sich an. Es deckt die Menschen, die die rechte Zeit nicht finden, noch in die dunkle Schreckensnacht hinauszufliehen und erstickt sie langsam; es deckt die Städte, deckt weit und breit die Lande, bis alles, das hier war, verschwunden ist — und erst nach 1800jährigem Schlafe aus dem Staube wieder aufersteht.

Ganz anders derselbe Berg Vesuv im Jahre 1631, kurz vor Weihnacht, 16. Dezember. Gewaltiger Ausbruch, dessen ausgeblasene Asche im Winde bis hin nach Konstantinopel treibt. Doch diesmal ist der Aschenauswurf Nebensache, denn aus dem Berge stürzt in mächtigen Strömen geschmolzener Gesteinsbrei, der an des Berges Flanken niederrast; und was er auch berührt, die Wälder, Früchte, Häuser, Menschen (einige Tausend) verbrennen in den Feuerströmen. Doch schnell erstarrt der Schmelzfluß über seinen Opfern zu kaltem Stein, aus dem nur hier und da mit halbem Leibe noch ein Toter schaut; wie Bäume aus der Erde wachsen und wie diese der Axt verfallen, so werden Tote hier mit Axt und Meißel abgehauen.

Nun wiederum völlig anders 1877 in den Anden am 26. Juni. Dort ragt der König der Vulkane, der fast 6000 m hohe Kotopaxi, weißhäuptig in den ewigen Schnee hinauf. Mit unerhörter Wut beginnt der Berg zu brüllen und zu speien, so daß man seine Stimme bis in alle Winkel der Republik Ecuador vernimmt. Die warme Asche, die er ausstößt, senkt sich auf den weißen Schnee; und stürmisch schmilzt der unter dieser Decke, verwandelt sich plötzlich in ungeheure Wassermassen. Von allen Flanken des Vulkans rasen sie hernieder und fegen, reißen alle Erde, Asche und Lapilli und Blöcke mit sich. In kurzem sind das mächtige Ströme dicken, kalten Breies; und alles, was am Fuße des Vulkans in wilder Flucht vor ihnen flieht, die wilden Tiere, Menschen, Herden, Wagen, wird eingeholt, verschwindet in dem dicken Brei von Erde, der über Äckern, Wäldern und Gehöften sich hoch auftürmt und eine neue Landesoberfläche schafft — ein unabsehbar großes Grab verschwundenen Lebens, Glückes und Besitzes[1].

[1] Ein einziger dieser Schlammtuffströme hat nach dem Berichte des PATER WOLFF einen Schaden von 20 Millionen Mark angerichtet.

Zum vierten Male wieder gänzlich anders im Jahre 1883 in der Sundastraße. Schon seit dem Mai ist dort auf einer Insel der Vulkan Rakáta tätig. Da plötzlich, am 26. August des Morgens, explodiert der Berg, sein Gipfel fliegt in die Luft. Im nächsten Augenblick aber stürzt der ganze Berg in sich zusammen und verschwindet in die Tiefe; und mit ihm stürzt die halbe Insel. Nicht weniger als 23 Quadratkilometer Landes stürzen in das Meer und offenbar hinab in einen Riesenschlund, der ungeahnt dort auf dem Boden sich gebildet hat. Da, wo vorher die Insel im Rakáta bis über 800 m hoch aufragte, da ist das Meer jetzt an 300 m tief.

Das, was von Lebewesen auf der Insel war, sinkt mit hinab. Doch das ist nichts: indem die Insel in die Tiefe sinkt, stürzt auch das Meer ihr nach von allen Seiten in den Riesenschlund. Dann staut es sich und brandet hoch an dieser Stelle auf; und wütend aufgepeitscht stürmt es in mächtigen sich konzentrisch ausbreitenden Wogen immer weiter über das Meer. Und wo die Riesenwoge nun auf Inseln stößt mit flachem Strande, da bricht sie unerwartet, plötzlich über sie herein, jagt weit landeinwärts, und im Rückzug reißt sie an 30000 Menschen in das Meer hinaus. So ruft der Vulkanismus selbst das Wasser noch zu Hilfe.

Zum fünften Male abermals ein Anderes im Jahre 1902 am 8. Mai auf Martinique, der Mont Pelé. Normal schießt anfangs helle graue, mäßig warme Asche senkrecht in die Luft und senkt sich leise nieder auf die Erde. Die vielen schwarzen Negerköpfe der in die Stadt St. Pierre sich flüchtenden Landbevölkerung erscheinen bald wie weiß gepudert; und bald erstirbt auch in der weichen Asche, die den Boden deckt, das Geräusch der menschlichen Fußtritte, das Klappen der Pferdehufe.

Da plötzlich ändert sich des Morgens um ½8 Uhr das Bild. Ein wissenschaftlich bisher nie Geschautes, Ungeheuerliches ereignet sich: ein riesiger Strom von Asche, doch in höchster Glut helleuchtend, schießt aus dem Krater und nicht mehr senkrecht aufwärts, sondern schräg nach abwärts. Mit rasender Geschwindigkeit — 1 km pro Minute, wie der Schnellzug — saust diese glühende Wolke dicht an der Erde, am Gehänge des Pelé hernieder, gleich einer ungeheuer breiten, hohen glühenden Lawine, in gerader Richtung auf die Stadt St. Pierre. In wenigen Minuten hat sie diese erreicht, fährt über sie dahin; im selben Augenblicke ist die Stadt ein wildes Flammenmeer, und 29000 Menschen stehen plötzlich inmitten dieser dichten, glühenden Wolke; und wie sie atmen wollen, ziehen sie hellglühende Asche in die Lunge. Ein Atemzug — im selben Augenblicke[1] ist das Leben von 29000 Menschen ausgelöscht.

[1] Daß die Menschen blitzschnell gestorben sein müssen, geht aus einer Anzahl von Tatsachen hervor. Z. B. wurde ein Toter gefunden, die Hand noch erhoben, um

Doch weiter fährt die Wolke auf das Meer hinaus; ein dichter Hagel glühender Aschen zischt ins Meer, und alle Schiffe, die im Hafen liegen, lodern auf. Nur eins, das unter Dampf liegt, wird gerettet. Zwar ist auch hier auf Deck sofort die eine Hälfte der Bemannung tot, die anderen schwer verbrannt; und doch gelingt es dem Kapitän, das Schiff aus diesem Hagel glühender Geschosse und glühender Asche herauszubringen.

Wer denkt nicht angesichts dieser Feuerwolke des Pelé, die sturmesschnell vom Berge niederfährt, an jenes Bibelwort, als Sodom und Gomorrha einst zugrunde gingen: »Und Feuer fiel vom Himmel.« Ob das vielleicht solch eine glühende Wolke eines Vulkans gewesen ist?

Wir sehen, eben so eintönig wie der primitive Vulkanismus der jugendlichen, gasförmigen und feuerflüssigen Gestirne ist, so vielfarbig ist der hochentwickelte, der auf den reiferen Gestirnen sich vollzieht, die auch den festen Aggregatszustand erlangt haben. Nichts kann sich dem zur Seite stellen in der Welt an Großartigkeit und Schrecken.

Woher das alles? Warum beginnt das glühende Innere der Gestirne aus tiefer Ruhe plötzlich aufzufahren und aus den Wunden in der Rinde, den Vulkanen, herauszuquellen und zu speien?

Sobald wir diese eine Frage stellen, stürzt ein Wirbelsturm von Fragen auf uns ein. Aus welcher Tiefe unserer Erde stammt die Lava, die bei dem Anfall an die Oberfläche tritt? Kommt sie herauf aus großen Tiefen, in denen alles noch geschmolzen ist? Liegt umgekehrt der Schmelzfluß — denn unsere Erde ist ja nicht mehr jung — nur noch inmitten ihrer festen Rinde in Form von kleinen Einzelherden, die flach nur unter der Erdoberfläche schlummern? Und wenn dem so: auf welche Weise kommen solche feuerflüssigen Herde hinein in die doch längst erstarrte Rinde? Sind sie hier oben nur die eingeschlossenen letzten Überreste aus jener Zeit, in der die Erde ganz geschmolzen war? Oder entstanden sie erst später — entstehen sie vielleicht gar heute noch, indem durch irgendwelche Vorgänge hier, da und dort aufs neue die feste Rinde wieder eingeschmolzen wird?

Und welche Kraft bewirkte dann das Schmelzen? Liegt sie in der hohen Temperatur der glühenden Gase, die aus der Erde Tiefen aufsteigen, sich durch die feste Rinde Röhren bahnen durch Auf-

seinen Schnurrbart zu drehen; ein anderer damit beschäftigt, sein Pferd zu striegeln. Die betreffenden Stellungen würden nicht beibehalten sein, wenn der Tod nicht blitzschnell eingetreten wäre. Das gilt auch von dem Folgenden: vor dem Hause des Arztes lag — natürlich bis auf die Eisenteile verbrannt — der Wagen; vorn in der Schere lag das Pferd, an der Haustür der Kutscher, der abgestiegen war und dort auf seinen Herrn wartete. Mindestens das Pferd wäre sicher vor Schreck davongelaufen, wenn es Zeit dazu gehabt hätte. Es muß sofort vor dem Wagen tot gewesen sein. Die Leichen natürlich sämtlich verkohlt.

schmelzen und Aufexplodieren und dann an irgendwelchen Stellen in der festen Rinde Schmelzherde erzeugen, auf solche Weise die hohe Temperatur der Tiefe in die schon abgekühlte Höhe tragend? Oder sind es chemische Prozesse, die sich oben in der Rinde vollziehen und dabei so hohe Temperatur erzeugen, daß sie einschmelzend wirken? Oder wirkt gar der Zerfall radioaktiver Körper mit, die in der Rinde ja vorhanden sind und — wenn in großer Menge — beim Zerfall genügend Wärme geben können, um große Massen einzuschmelzen? Ist es doch theoretisch denkbar (Arrhenius), daß alle diese hunderte Millionen glühender Gestirne, die ursprünglich nur kühle Gasmassen waren und ihre hohe Glut zum Teil freilich durch ihre Verdichtung, zum anderen Teile aber durch Zerfall radioaktiver Körper erlangt haben können; und daß dann umgekehrt, nachdem die Glut aufs höchste stieg, die Zerfallprodukte durch diese Glut sich wieder zu radioaktiven Körpern zusammenfinden können.

Wir sehen, aus dem Schoße der einen großen Frage, nach der Herkunft der Schmelzherde der Vulkane, entspringt sofort ein Heer von anderen Fragen.

Und nun das zweite große Fragezeichen: durch welche Kraft wird denn der Schmelzfluß, der im Herde ruhig schlummert, erweckt, gezwungen, entgegen dem Gesetze der Schwere, aufzusteigen? Sind es in ihm die Gase, die ihn aufwärts reißen; die Gase aus der Urzeit unserer Erde, als sie ein Gasball war und feuerflüssig ward und die sich damals in dem Schmelzfluß lösten — ganz ebenso wie Kohlensäure sich im Schaumwein löst und dann, wenn wir den Stöpsel lösen, vom Druck befreit, ihn aufwärts reißt? Oder aber ist es der Druck der mächtigen Schollen, in welche die Rinde der Erde längst zerfallen ist, und die, wie Schiffe auf dem Schmelzflusse schwimmend und langsam in ihn einsinkend, ihn seitwärts drängen und ihn aufwärts pressen? Oder endlich, liegt in dem tiefgelegenen Schmelzfluß selbst die Kraft, wenn er erstarrt, sich derart auszudehnen, daß er den Schmelzfluß in den oberen Tiefen in die Höhe drängt, der sich dort beim Erstarren zusammenzieht?

Was aber treibt den Schmelzfluß an, sich chemisch zu zerspalten, so daß nach dem Erkalten die bunte Vielheit von Gesteinen uns entgegentritt? Nicht nur verschieden bei verschiedenen Vulkanen, nein, selbst aus einem und demselben Schlunde, also Herde, kommen nacheinander verschiedene Gesteine; so auf der Erde, sicher auch auf anderen Gestirnen; denn wenn es auf dem Monde scheint, daß die Gesteine nur aus Glas bestehen, so kann auch Glas doch chemisch sehr verschieden sein.

Wie eine Sintflut stürmen immer weitere Fragen auf uns ein, und keine gibt uns sichere, zweifellose Antwort; denn ebenso großartig

wie der Vulkanismus ist auch der Mangel eines sicheren Wissens über ihn. Zwar Meinungen soviel wie Sand am Meer, doch jede wieder anders lautend als die andere: ein Zustand, der für die Wissenschaft doch unerträglich ist.

Warum dies unsichere Tasten, woher die Schwierigkeit?

Das liegt an den Verhältnissen: dort in der Tiefe herrschen gewaltig hoher Druck, gewaltig hohe Temperatur; und niemand weiß, bis wie weit die Gesetze, die wir hier oben kennen, noch Gültigkeit dort in der Tiefe haben mögen. Dazu bedarf es ganz besonders ausgerüsteter Institute, um das zu erkennen, und daran fehlt es uns und anderen Völkern leider. Wohl haben wir in Deutschland an jeder Hochschule mehrere chemische Laboratorien; indessen kaum eins ist unter diesen 50 bis 100 Laboratorien, in dem die Chemie derjenigen Stoffe, die besonders am Aufbau der Gesteine beteiligt sind, ganz wesentlich gefördert würde, und das sich mit Vulkanismus intensiv beschäftigte. Wohl hat Deutschland zwei geophysikalische Institute, obgleich der Kreis der Fragen, der dort der Lösung harrt, doch unvergleichlich kleiner ist als der, vor dem ein geochemisches, d. h. vulkanologisches Institut stehen würde. Den anderen Völkern aber geht es ebenso.

Nur Nordamerika besitzt, dank Carnegie, ein Institut, das er freilich der Industrie gewidmet hatte, das aber, dank dem Eigenwillen seiner Leiter, sich gegenwärtig mehr mit mineralsynthetischer, etwas auch vulkanologischer Forschung beschäftigt; doch auf wie lange, das ist natürlich gänzlich fraglich, da es ein privates Institut ist.

Nun konnte man in Deutschland früher vielleicht fragen: was geht uns Vulkanismus an? Wir haben nur Vulkane, die längst erloschen sind! Das ist nun anders; jetzt hat unsere Regierung, Dank sei ihr dafür, uns mit Vulkanen überschüttet; denn in dem Kolonialbesitz hat sie als Mitgift dem deutschen Volke nicht weniger als ungefähr ein Vierteltausend vulkanische Stätten in den Schoß geworfen. Leider freilich der Mehrzahl nach bereits erloschen, jedoch ein volles Viertelhundert tätiger Vulkane ist darunter.

Freilich Togo und Tsingtau, die haben beide darin keinen Wert für den Vulkanologen, sie haben heute nicht eine einzige Stätte, an der Allmutter Erde gen Himmel Feuer speien könnte; und auch nicht in vergangenen Zeiten war ihr das dort möglich. Auch Deutsch-Südwest hat nur erloschene Stätten. Die anderen Kolonien aber sind darin alle bedeutungsvoll: Kamerun hat einen tätigen Vulkan; Deutsch-Ost, das uns bereits mit den fossilen Riesensauriern überschüttet hat, so daß das Berliner Museum nicht die Schätze bergen kann, aus dessen Boden auch ganz neuerdings Massen von Säugetieren ausge-

graben wurden, die nun den Platz den Sauriern noch strittig machen — Deutsch-Ost gibt nun zu diesen Schätzen ersten Ranges noch einen weiteren, noch 5 lebende Vulkane. Dazu Samoa 1, Mikronesien 5 und Makronesien etwa 15 tätige Vulkane.

Ein volles Viertelhundert tätiger Vulkane! Doch auch die etwa 200 erloschenen der Kolonien bieten überreiche Fülle der Fragen, wollen untersucht sein. Ja untersucht; denn unser Wissen von allen diesen Kolonialvulkanen, lebendigen wie toten, geht bisher nicht über Oberflächliches hinaus. Nicht einmal ihre Zahl ist uns genau bekannt!

Besitz verpflichtet. Expeditionen rüsten wir zum Nordpol und zum Südpol, obgleich die beide zum Glück uns nicht gehören. Doch unsere Kolonialvulkane erforschen wir bisher noch nicht; und gar der theoretischen Erforschung des Vulkanismus, der großartigsten Naturerscheinung, die das Weltall kennt, weihen wir bisher noch nicht ein einziges Institut. Und doch, ein solches vulkanologisches Forschungsinstitut, das würde, weil es sich mit dem Wesen geschmolzener Massen beschäftigt, zugleich auch für unsere Industrie von großem Vorteil sein. Nicht weniger als drei verschiedene Industrien: Metallurgie, Keramik und Glasindustrie würden durch ein solches Institut ganz sicher mannigfache Anregung und sichere Unterlagen gewinnen. Für die Metallurgie ist freilich in dieser Hinsicht manches schon geschehen. Aber ein vulkanologisches Forschungsinstitut, welches das Verhältnis der Stoffe bei sehr hohen Temperaturen und Drucken festzustellen hätte, würde vieles erforschen, das in gleichem Maße für die Deutung der vulkanischen Erscheinungen wie für die Industrie von Wichtigkeit wäre. Ein solches Institut würde also nicht nur von idealem, sondern auch von praktischem Werte sein.

Woran liegt das bisherige Versagen auf diesem Gebiete, das ganz ebenso bei anderen Völkern stattfindet? Zweifellos nur an dem allzu bescheidenen Zurückhalten der betreffenden Männer der Wissenschaft und an der ja nur kleinen Schar der vulkanologischen Forscher, die sich bisher vergeblich bemüht haben, Unmögliches möglich zu machen.

Durchdrungen von der Tatsache, daß auf dem bisherigen Wege die Vulkanologie ein wüstes Schlachtfeld von Hypothesen bleibt, hat die Berliner Akademie der Wissenschaften bei der Assoziation der Akademien Schritte getan, die zu dem einstimmigen Beschluß der Vertreter der Assoziation geführt haben, alle Vulkanologen zu internationaler Zusammenarbeit zu vereinen. Nahezu 70 Forscher, zur Hälfte Reichsdeutsche, zur anderen aus aller Herren Ländern, haben fast einstimmig und freudig den von mir gemachten Vorschlägen beigestimmt: zu gemeinsamer Arbeit sich zusammentun zu wollen; jeder in seinem Va-

terlande dafür wirken zu wollen, daß alle erloschenen und tätigen Vulkane, namentlich die unbekannten der Kolonien, genau erforscht werden; daß vulkanologische Erforschungsinstitute gegründet werden, in denen einerseits die Ergebnisse dieser praktischen Felduntersuchungen verarbeitet, anderseits experimentell über Vulkanismus geforscht wird; daß von den Kolonialregierungen Männer aus dem Offizier-, Beamten-, Kaufmanns- usw. Stande beauftragt werden, Berichte einzusenden, sobald einer der tätigen Vulkane einen Ausbruch erleidet, und daß die Kapitäne der Kriegs-, aber auch der Handelsschiffe veranlaßt werden, Berichte einzusenden, sobald sie Zeuge eines untermeerischen Ausbruches werden.

Für das alles und noch Weiteres ist durch die Berliner Akademie der Anstoß jetzt in alle Kulturvölker hineingetragen. Aber nun gilt es, daß auch Deutschland und in Deutschland Preußen vorangehe, um durch sein Beispiel die anderen Regierungen mitzureißen. Kommen wird und muß diese Entwicklung der vulkanologischen Forschung, denn es gibt wissenschaftliche Notwendigkeiten, die sich erfüllen *müssen*. Die Ausgaben für ein preußisches oder deutsches vulkanologisches Forschungsinstitut, für eine Untersuchung unserer zahlreichen kolonialen Vulkane *müssen* wir also schließlich einmal machen, früher oder später, das ist unvermeidlich, wir kommen davon nicht los. Greift Preußen, dessen Akademie das Verdienst hat, den Anstoß gegeben zu haben zu einer endlichen umfassenden, internationalen Erforschung dieser großartigsten Naturerscheinung und damit des Innern der Erde — greifen Preußen und Deutschland schnell zu, so sind wir anderen ein Beispiel, so stellen wir uns an die Spitze. Zögern wir, so müssen wir schließlich doch einmal die Kosten aufbringen; aber den Ruhm, die von uns angeregte Forschung ins Leben gerufen zu haben, werden wir an andere abtreten müssen. Ein anderes Volk trägt dann den Lorbeer heim, der uns gebührt.

Vor einem halben Jahre, im Juni 1914, als scheinbar noch tiefer Friede auf unserer Erde lag, hatte ich diese Darlegungen und namentlich auch diesen Schlußsatz niedergeschrieben. Seiner Majestät darüber Vortrag halten zu dürfen, sollte ich die hohe Ehre haben bei der beabsichtigten Einweihung unseres neuen Akademiegebäudes. Doch bald darauf ward die Furie eines Krieges gegen uns entfesselt, wie ihn die Weltgeschichte niemals sah; und alle Pläne, alle kaum geknüpften Bande internationaler Vulkanforschung lagen zerrissen auf dem blutgetränkten Boden, auf dem unsäglich vieler Menschen Lebensglück zertreten liegt und aus dem eine Saat des Hasses in die Höhe schießt, die wahrlich nicht bei uns, wohl aber bei unsern Gegnern die zarte Pflanze der Kultur völlig zu überwuchern droht.

Da drängt sich die Frage unabweisbar heran, bis zu welchem Grade denn damit auch die Wissenschaft die Fülle des Segens verlieren muß, die aus dem internationalen Zusammenarbeiten erwächst.

Zwei ganz verschiedene Arten wissenschaftlichen internationalen Zusammenarbeitens bestehen, eine unpersönliche und eine persönliche.

Die unpersönliche liegt in der Benutzung der wissenschaftlichen Arbeiten möglichst aller Sprachen, die mit demselben Thema sich beschäftigt haben, über das ein Forscher gerade arbeitet. Der Forscher, der sich jetzt aus Haß gegen die Kriegsgegner über diese unpersönliche Form des internationalen Zusammenarbeitens hinwegsetzen, die Arbeiten kriegsgegnerischer Forscher vernachlässigen wollte, verlöre jedes Anrecht auf den Ehrentitel eines Mannes der Wissenschaft. In Deutschland wäre jedenfalls ein solcher Forscher nicht zu finden.

Die zweite, persönliche Art wissenschaftlichen Zusammenarbeitens ist dagegen entschieden durch den aufgesproßten Haß schwer bedroht. Hier handelt es sich um den persönlichen, internationalen Verkehr und Meinungsaustausch der Forscher auf Kongressen, um Versammlungen von Vertretern der Akademien, um Vereinbarungen zum Zwecke gemeinsamer Arbeiten usw.

Wie wird sich das nach dem Kriege nun zwischen uns und den uns feindlich gegenüberstehenden Völkern gestalten?

Die Frage gestattet keine sichere Antwort, weil für ein solches persönliches Zusammenarbeiten nicht nur des einen, sondern auch des anderen, gegnerischen Teiles Ansicht maßgebend ist. Das jetzige Geschlecht der Forscher mag wohl hinabsinken, bevor es der Wissenschaft gelingen kann, alle die Brücken wieder aufzubauen, die hinüber und herüber führten und die nun in Trümmern liegen.

Der Vorsitzende berichtete weiter, daß die Akademie die Helmholtz-Medaille diesmal einstimmig Hrn. Planck verliehen habe, und überreichte diesem die goldene Medaille mit glückwünschenden Worten.

Alsdann schloß er die Friedrichssitzung mit folgender Ansprache:

Und jetzt lenken wir unsern Blick abschließend zurück zu dem doppelten Sinne dieser Stunde. Wenn wir hier am Königs- und Kaisertage guten Mutes und Gewissens über unser Schaffen berichten, so bringen wir unser Bestes freudig dem edeln, gütigen Förderer unserer Arbeit, unserm geliebten Herrscher dar, in heißer Dankbarkeit für die wahre Freiheit, die seine Regierung der Wissenschaft stets gewährt hat. »Freiheit«, auch sie ist ein Schlagwort der Menschheitsbeglückung,

die unsere Gegner jetzt zu ihrem gellenden Schlachtruf machen; wie das Ausland in den Tagen des alten Reiches zum Schutze der reichsständischen »Libertät« über Deutschland herfiel, so will man uns heute die Rettung von »Despotie und Junkerherrschaft« bescheren, indem man uns vernichtet und ausraubt. Die armseligen Toren: ahnen sie wirklich nichts von dem geheimnisvollen Zauber angestammter und selbsterworbener Liebe und Treue, der unser Volk an seinen Herrscher knüpft; ein Zauber, dessen siegende Kraft sie doch aus dem freudig geschwungenen Kriegerarm jedes deutschen Soldaten wohl spüren könnten? Erst eine kurze Frist trennt uns von dem schönen Tage, da wir zurückblicken durften auf ein Vierteljahrhundert der kaiserlichen Regierung. Tiefe Friedensliebe, durchtränkt von dem deutschen Verständnis, ja der deutschen Vorliebe für die Vorzüge des Auslandes, mit dem er sein Land gern im geistigen Wetteifer um die Palme ringen sah, sie kennzeichnet unsers Kaisers Walten. Er ist heute kein anderer, so fratzenhaft ihn der Irrwahn unserer Feinde, wie einst seinen großen Ahn, zu einer Gottesgeißel, einem blutgierigen Attila, verzerren möchte. Wir haben es in seine Seele hinein tief empfunden, welche furchtbare Überwindung es ihm kostete, des Janustempels Tor zu öffnen. Auch er opferte, wie der große Friedrich, die innigste Neigung seines Herzens der Ehre, Würde und Zukunft seines Staates. Den Lohn, der ihn entschädige für die Schmähungen des Auslands, wollen wir ihm in dankbarer Liebe zahlen. Wenn ihn in diesem Jahre nicht heller heitrer Jubelruf umbraust, um so tiefere Wärme wohnt in dem vollen Herzensklang, mit dem ihn sein einiges Volk diesmal ernstfreudig draußen im Felde aufsucht.

Der Bund der Weltakademien, bei dessen Begründung die Berliner Akademie bedeutend mitwirkte, deren Vorort sie zur Zeit ist, schien uns noch jüngst ein rechtes Symbol des geistigen Lebens, wie unser Herr und Kaiser es begünstigt hat. Im Jahre 1916 hofften wir, die Association in diesem Hause zu begrüßen. Das wird nicht geschehen. Mein Herr Vorredner hat Recht: die breiten, scheinbar so soliden Brücken, ja Heerwege, die die Wissenschaft über die Völkerscheiden geschlagen zu haben hoffte, sind zersplittert wie Glas; auch die zarteren Fäden, die reger Gedankenaustausch und gemeinsame Arbeit zusammenwanden, sind zerrissen wie Spinnweben. Zerrissen nicht durch uns. Wir Deutschen werden diese bittere Enttäuschung nicht vergessen. So wenig wir Talent haben zu unfruchtbarem Haß, so wenig ist uns die Wissenschaft ein erdenferner Planet, eine selige, weltentrückte Insel, auf der wir uns aus dem Sinn schlagen dürften, wie unsers Volkes Leben bedroht, unsers Kaisers Namen, unsers Landes Ehre beschimpft ward und wird. Aber die Wissenschaft ist nun einmal international;

ihre Arbeit wird doch wieder schmale Notstege bauen müssen, die dem Schwindelfreien über die Kluft helfen; sie wird auch Maulbeerbäume pflanzen, an denen Blätter wachsen werden, von denen sich die Seidenraupen nähren mögen, die dereinst wieder verbindende Fäden spinnen. Aber das braucht Zeit, viele Zeit. Und daß die Wissenschaft international sei, das ist doch nur die halbe Wahrheit. Sie ist auch national, ja eine Fülle ihrer feinsten Kräfte wurzelt im tiefsten Grunde nationalen Lebens. Wenn wir Deutschen jetzt sehen, wie freundlos einsam wir dastehn in einer geifernden Welt, so sollen wir uns dadurch nicht zu herber Menschenverachtung verhärten lassen, so nahe diese gefährliche Versuchung liegt, sondern es soll uns befeuern zur stolzen Entfaltung selbeigenster deutscher Kraft, auch im Rahmen der Wissenschaften.

Durch ein halbes Jahrtausend hat ein geistig und sittlich ungewöhnlich hochstehendes Fürstengeschlecht in wunderbar ergänzendem Wechsel der Kräfte das kleine, dumpf vegetierende Brandenburg, die martialis Marchia, aufwärts geführt bis zu dieser großen Stunde. Wir fühlen, daß es für unser Volk wiederum gilt, im Aufstieg eine Stufe zu bezwingen, wenn wir nicht zurücksinken sollen um Jahrhunderte. Und wir vergessen im blutigen Ungewitter nicht, wie zuerst Fehrbellin deutsche Herzen höher schlagen ließ, wie Roßbach und Leuthen Geburtsstätten des freieren deutschen Geisteslebens wurden, wie aus Jena und Leipzig trotz Bitternis und Schmerz deutsches Volksbewußtsein und deutsche Wissenschaft zu ungeahntem Aufschwung sich erhoben. So leuchtet uns auch heute durch Blutdunst und Pulverdampf am Himmel das verheißende Siebengestirn auf, zu dem sich das Sinnbild unserer Akademie bekennt. Sursum corda! Der Adler in unserm Wappen, das die Decke dieses Saales schmückt, er ist kein anderer als der Preußenadler, der deutsche Adler; auch von ihnen gilt es: cognata ad sidera tendit. Der Sturmwind reinigt die Luft. Mögen die Sterne deutscher Wissenschaft dereinst von klarem Himmel hell herniederblicken auf ein Deutschland, das nicht nur in ehrenhaftem äußeren Frieden, sondern auch innerlich erstarkt und geläutert aus dieser schwersten Probe seines echten Wertes hervorgegangen sei.

In diesem Wunsche wissen wir uns eins mit unserm teuren Kaiser, der von seinem Volke zu seinem Geburtstage sich nichts Besseres wünschte, als daß es diesen Tag stiller, frommer Einkehr weihe, die besonders not tut in einer Zeit unbedingter Tätigkeit, wie der Krieg sie fordert. Das gemeinsame, gewaltige Erleben hat Kaiser und Volk zusammengeschweißt, nicht nur zu gemeinsamem Kampfe, sondern auch zu jener gemeinsamen Liebe, die die Augen öffnet. Und wir sehen mit Rührung, wie unser feuriger, der Führung froher Monarch jetzt

auch jene edle Entsagung zu üben vermag, die wir einst an seinem geliebten Ahn, dem ersten deutschen Kaiser, so ehrfurchtsvoll bewundert haben. Wir ahnen tief ergriffen, daß der alten warmen Treue gegen unsern erhabenen Schirmherrn in dieser Prüfungszeit ein neues, Herz und Seele in reiner Menschlichkeit überwältigendes Gefühl hinzugewachsen ist. Diese Steigerung unseres Empfindens gestattet und verlangt einen Bruch mit alter Sitte. Heute genügt uns nicht die gewohnte würdig stille Huldigung vor unserm geliebten Kaiser; heute drängt es uns, auch in diesen akademischen Räumen unser volles Herz schlicht und laut austönen zu lassen in den ganz Deutschland vereinenden Ruf:

Seine Majestät, unser allergnädigster Kaiser, König und Herr,
seines Volkes Haupt, Stolz und Freude, Kaiser Wilhelm II.,
er lebe hoch — hoch — hoch!

An den vorstehenden Bericht über die Feier des Friedrichstages werden die vorgeschriebenen Berichte über die Tätigkeit der Akademie und der bei ihr bestehenden Stiftungen sowie über die Personalveränderungen im verflossenen Jahre angefügt:

Sammlung der griechischen Inschriften.

Bericht des Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff.

Erschienen ist Bd. XI 4 (Delos), bearbeitet von Hrn. Roussel in Nancy. Den Druck von XI 3 hatte Hr. Dürrbach mit gewohnter Tatkraft in Angriff genommen. 5 Bogen waren abgesetzt, 6 standen im Satz, als der Krieg ausbrach. Damit ist dieses besonders hoffnungsvolle Unternehmen bis auf weiteres gehemmt.

XII 9 (Euboia) ist von Hrn. Ziebarth im wesentlichen bis auf die Indices im Druck vollendet, ebenso von Hrn. Kirchner Faszikel II der kleinen Ausgabe von Bd. II der attischen Inschriften. Die Supplementa zu Bd. IX 1 (Nordgriechenland außer Böotien) hat Hr. Dr. Weinreich übernommen. Gefördert ist diese Arbeit, wie schon früher, durch den Ephoros Hrn. Romaios. Zu Forschungen in Thessalien sind dem Ephoros Hrn. Arbanitopullos Geldmittel bewilligt; über seine Erfolge ist noch nichts bekannt. Die Ausgabe der kyprischen Inschriften, die von der Kgl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften mit unserer Unterstützung unternommen war, ist von neuem in Frage gestellt. Nachdem Prof. R. Meister, der sie geplant und weit gefördert hatte, vor-

zeitig verstorben war, ist sein Sohn und Nachfolger, Dr. L. Meister, auf dem Felde der Ehre gefallen. Hr. Dr. Sittig, der seine Forschungen auf Kypros dem Unternehmen zugute kommen lassen will, steht im Felde.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Die Drucklegung des Auctarium additamentorum zum VI. Band ist, wie Hr. Bang berichtet, bis zum Anfang der Priesterinschriften (Bogen 478/9) gediehen. Der Druck des Namenindex, der etwa 50 Bogen umfassen wird, wird in den nächsten Wochen beginnen; er soll möglichst gleichzeitig mit dem des Auktariums durchgeführt und getrennt vom Sachindex herausgegeben werden.

Die Drucklegung der Additamenta zum XI. Band (Etrurien-Umbrien) hat Hr. Bormann wegen der nicht unbeträchtlichen, bisher unpublizierten epigraphischen Funde von Cervetri nicht abschließen können. Insbesondere hat die Drucklegung der etruskischen Inschriften, die vielfach von den lateinischen nicht getrennt werden konnten, eine Verzögerung herbeigeführt.

Die Nachträge zur Belgica (Bd. XIII) hat Hr. Hirschfeld im Druck abgeschlossen, die zu Germanien Hr. Finke im Satz beendet. — Den Druck der Nachträge zum Instrumentum von Gallien und Germanien hat Hr. Bohn im vergangenen Jahr noch nicht beginnen können; leider ist der Verkehr mit seinen Korrespondenten in Frankreich durch den Krieg vollständig unterbrochen. — Für die Ziegelinschriften hat Hr. Steiner in Trier das neu hinzugekommene Material bis zum Ausbruch des Krieges, der ihn zu den Fahnen rief, erledigt und einige Reisen nach Bonn, Cöln, Aachen, Brüssel zur Vervollständigung seiner Sammlungen gemacht. — Den Namenindex hat Hr. Szlatolawek druckfertig hergestellt und die Ausarbeitung des Sachindex begonnen. — Die von Hrn. Kretschmer entworfenen sechs Karten sind im Stich ausgeführt worden.

Hr. Dressel war durch seine Amtsgeschäfte auch in diesem Jahr verhindert, für den XV. Band tätig zu sein.

Von der zweiten Auflage des I. Bandes sind die Nachträge fertig gesetzt und die Arbeit an den Indizes weiter gefördert. Der Bearbeiter, Hr. Lommatzsch, hofft von seiner Verwundung bald so weit hergestellt zu sein, um die durch seine Einberufung unterbrochene Arbeit wieder aufnehmen zu können.

Von dem Auktarium zu Band VIII (Afrika) ist nunmehr, wie Hr. Dessau berichtet, das die Inschriften der Prokonsularprovinz enthaltende Stück abgeschlossen; die Herausgabe ist aber einstweilen

aufgeschoben worden, weil die Zustimmung des französischen Mitredakteurs zur Zeit nicht eingetroffen war.

Das Archiv des Corpus inscriptionum Latinarum ist in diesem Jahr in die neuen Räume der Akademie, Unter den Linden, überführt und mit der Neuordnung der Sammlung begonnen worden. Es ist bis auf weiteres Montags und Donnerstags von 11 bis 12 Uhr geöffnet.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Der Druck der Magistratslisten hat auch in diesem Jahr noch nicht in Angriff genommen werden können.

Index rei militaris imperii Romani.

Bericht des Hrn. Hirschfeld.

Hr. Ritterling hat sich in diesem Jahr darauf beschränken müssen, dem Namenkatalog der Offiziere gelegentliche Ergänzungen zuzufügen.

Politische Korrespondenz Friedrichs des Groszen.

Bericht der HH. von Schmoller und Hintze.

Die Kommission hat in dem abgelaufenen Jahre einen unersetzlichen Verlust erlitten durch den Tod des Hrn. Koser, der diese Publikation fast 20 Jahre hindurch im Auftrage der Akademie geleitet hat, nachdem er früher als Mitarbeiter die ersten 10 Bände selbst zusammengestellt hatte. An seiner Stelle ist Hr. Hintze mit der besonderen Aufsicht über das Werk betraut worden.

Der 36. Band, dessen Erscheinen schon in dem vorjährigen Bericht als bevorstehend angekündigt wurde, ist im September 1914 ausgegeben worden. Er reicht, wie schon mitgeteilt wurde, bis zum 1. Mai 1775, umfaßt also die Verhandlungen, die sich an den sogenannten Pazifikationsreichstag von Warschau knüpfen, bis zu dessen Ausgang, womit die erste Teilung Polens ihren formellen Abschluß erhält.

Die Fortsetzung der Publikation erleidet durch den Krieg eine Störung insofern, als der Bearbeiter, Hr. Prof. Dr. Volz, der schon vorübergehend zu militärischen Dienstleistungen herangezogen wurde, seiner abermaligen Einberufung entgegensieht.

Griechische Münzwerke.

Bericht des Hrn. Loeschcke.

Mit dem am Friedrichstag 1914 erstatteten Jahresbericht schloß Hr. Conze seine Tätigkeit für die griechischen Münzwerke ab, deren Herausgabe er gewissenhaft und zielbewußt seit 1911 geleitet hatte.

Er veranlaßte, daß der jetzige Berichterstatter an seine Stelle gewählt wurde, führte ihn in die Geschäfte ein und entschlief hochbetagt, aber doch zu früh für seine Wissenschaft und seine Freunde am 19. Juli.

Für das nordgriechische Münzwerk Bd. I (Dazien und Mösien) hat Hr. Regling vom Nachtragsbande I 2, 2 das Wesentlichste desselben, nämlich das an Umfang zu einem starken Bande angeschwollene Münzverzeichnis nahezu im Manuskript fertiggestellt und für die neuen Einleitungen das Material gesammelt.

Band II (Thrakien) konnte Hr. Münzer nur wenig fördern; Hr. Strack übersandte im Frühjahr an Hrn. Regling das Manuskript seines zweiten Faszikels, enthaltend die Münzverzeichnisse der Städte Apollonia, Bisanthe, Bizye, Byzanz, damit er diejenigen Notizen hinzufüge, die nur im Münzkabinett beschafft werden konnten, wie Stempelvergleichungen mit Berliner Exemplaren, Nachprüfung der Katalogliteratur usw. Für Bisanthe und Bizye ist dies geschehen, für Apollonia und Byzanz in Angriff genommen.

Als Vorarbeit für den Band Mysien des kleinasiatischen Münzwerkes erschien die Abhandlung des Hrn. von Fritze über die Chronologie der Silberprägung von Kyzikos in Bd. IX des Nomisma, eine andere Vorstudie über die Chronologie der kyzikenischen Kaisermünzen ohne Kaiserkopf ist im Manuskript fast vollendet. Das Druckmanuskript des zweiten Faszikels (die Gepräge von Kyzikos enthaltend) wurde gefördert. Es liegen 1500 Beschreibungen druckfertig vor.

Für den Band Karien lieferte Hr. Kubitschek die Münzbeschreibung der karischen Städte von A—E. Mit diesem Manuskript besuchte Hr. von Fritze die Sammlungen im Haag, in Brüssel, London, Cambridge und Kopenhagen und ergänzte es durch einen mit aller Sorgfalt und technischem Geschick hergestellten umfangreichen Apparat von Gipsen und Siegelabdrücken. Die definitive Ausarbeitung des Manuskripts ist jetzt im Zuge, so daß Hr. Kubitschek die Drucklegung nächstens zu beginnen hofft.

Alle diese Arbeiten wurden in der ersten Jahreshälfte geleistet. Mit Ausbruch des Krieges wurden Kraft und Zeit der Mitarbeiter in verschiedenster Weise in Anspruch genommen, so daß die Tätigkeit an den griechischen Münzwerken fast völlig ruhen mußte.

Hr. Max L. Strack trat freiwillig in das Heer ein. Am 4. November erhielt er das Eiserne Kreuz, am 10. November fiel er bei Merckem in Flandern an der Spitze seiner Kompagnie. Das Andenken des tapferen und treuen Mannes wird auch in unserem Kreise in Ehren und Dankbarkeit fortleben.

Acta Borussica.

Bericht der HH. von Schmoller und Hintze.

Nachdem wir im Januar 1914 berichtet, daß die beiden bisherigen Mitarbeiter Prof. Dr. Freiherr von Schrötter und Prof. Dr. Skalweit (Gießen) aus der Reihe unserer Mitarbeiter ausgeschieden sind, haben wir in bezug auf letzteren nur zu berichten, daß er in seinem neuen Lehramte noch nicht Zeit gefunden hat, die Getreidehandelspolitik und Magazinverwaltung Preußens 1756—1806 vollends ganz fertigzustellen und abzuliefern.

Es bleiben uns so unsere beiden Mitarbeiter Dr. Rachel und Dr. Reimann.

1. Der erstere hat die brandenburgisch-preußische Handels-, Zoll- und Akzisepolitik unter Friedrich Wilhelm I. (1713—1740), Darstellung und Akten, vollends druckfertig hergestellt. Der Druck des ersten Bandes ist bis zum 14. Bogen vorangeschritten. Am 15. November wurde Dr. Rachel, als früherer Offizier, einberufen. So muß die weitere Förderung zunächst ruhen.

2. Dr. Reimann hat in der Materialsammlung und Bearbeitung der brandenburgisch-preußischen Wollindustrie fortgefahren und würde uns bald die Anfänge seiner Arbeit haben vorlegen können. Er hat sich aber auch militärisch zur Verfügung gestellt und erwartet seine baldige Einberufung. So wird auch hier eine Unterbrechung eintreten.

Die Beratung über Gewinnung neuer Kräfte haben bis jetzt zu keinem greifbaren Resultate geführt. Der Krieg und der Tod des Hrn. Koser, der in unserer Kommission eine schwer zu ersetzende Lücke hinterläßt, haben hindernd gewirkt.

Ausgabe der Werke von Weierstrass.

Nach längerer Unterbrechung der Herausgabe steht die Ausgabe eines weiteren Bandes, Elliptische Funktionen I. unmittelbar bevor.

Die Vollendung des ganzen Unternehmens bis zum 31. Oktober 1915, als der hundertsten Wiederkehr des Geburtstages von Weierstrass, ist, wenngleich gegenüber dem ursprünglichen Plan in etwas verringertem Umfange, gesichert.

Kant-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Erdmann.

Der Schlußband der Werke (IX) wird voraussichtlich in diesem Jahre erscheinen. Der Neudruck der Abteilung schreitet dem Bedarf entsprechend vorwärts. Zur Zeit hat der Neudruck von Bd. VII begonnen.

Auch die zweite Auflage des Briefwechsels wird gedruckt. Der Schlußband (XIII) ist in redaktioneller Arbeit. Er wird mit den Briefbänden zugleich ausgegeben werden.

Von der dritten Abteilung, dem handschriftlichen Nachlaß, ist Bd. XVI erschienen, Bd. XVII im Druck.

Die Entscheidung über die geplante Ausgabe der Vorlesungen steht noch aus.

Ibn-Saad-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Sachau.

Von der Ibn-Saad-Ausgabe ist der erste Halbband des Bandes VII, der von den ältesten Muslimen der Stadt Basra und der anderen Hauptzentren des alten Islams handelt, in der Bearbeitung von Hrn. Prof. Dr. B. Meissner, Breslau, im Druck abgeschlossen und zur Ausgabe bereit.

Von der Biographie Mohammeds I. 2. sind zwölf Bogen gedruckt, und den Rest des Bandes hofft der Herausgeber, Hr. Prof. E. Mittwoch, bis Ende des Sommersemesters 1915 fertigstellen zu können.

Wörterbuch der ägyptischen Sprache.

Bericht des Hrn. Erman.

Die Ausarbeitung des provisorischen Manuskriptes, die den HH. Erman und Grapow obliegt, ist auch im Jahre 1914 um ihr gebührendes Stück — 774 Worte — vorgeschritten und steht jetzt bei 𓈖𓐍𓐍 *nḫḫ*; darüber hinaus ist wieder manches vorgearbeitet worden. Damit sind im ganzen 6161 Worte bearbeitet, die etwa 425000 Zetteln entsprechen.

In den sechs Jahren, die die systematische Ausarbeitung des Manuskriptes jetzt währt, hat sich eine Methode für diese Arbeit entwickelt, die den besonderen Schwierigkeiten unserer Aufgabe Rechnung trägt. Bei jedem Stamme werden die vorliegenden Schreibungen auf der einen Seite, die festen Redewendungen auf der anderen Seite zunächst genau beobachtet und festgestellt, inwiefern innerhalb der ein-

zelnen Perioden etwa bestimmte Schreibungen bei bestimmten Wendungen wiederkehren. Durch dieses Verfahren werden aus dem Wirrwarr der hieroglyphischen Schreibungen einzelne bestimmte Worte sicher isoliert, und damit ist dann eine Grundlage geschaffen, von der die weitere Untersuchung ausgehen kann. Nur bei einem solchen vorsichtigen und behutsamen Vorgehen, das dabei auch dem Wechsel der Orthographie und ihrer späteren Verwilderung Rechnung trägt, gelingt es, die vielen einander ähnlichen Worte zu scheiden.

Auch die Bedeutung der Worte läßt sich nur allmählich ermitteln. Denn die Stellen, die uns Aufschluß über ein Wort geben sollen, sind ja nur zu oft nicht ganz verständlich und enthalten andere Worte, die ihrerseits noch der Aufklärung bedürfen; deren Verständnis aber hängt dann wieder von der Erklärung dritter Worte ab. So ist das ganze kolossale Material gegenseitig voneinander abhängig; jede ermittelte Bedeutung wirkt in der Regel auch auf andere Worte klärend, aber jedes gewonnene Resultat kann auch nur als ein Provisorium gelten, solange noch nicht alle Worte der Sprache durchgearbeitet sind. Die Folge ist, daß wir nicht daran denken dürfen, etwa einen Teil der Arbeit abzuschließen und mit seinem Druck zu beginnen; das kann man wohl bei dem Wörterbuch einer leidlich bekannten Sprache wagen, nicht aber in unserem Falle, wo die Kenntnis der Sprache erst zu erringen ist. Unser Werk ist ja nicht die Luxusarbeit einer fertigen Wissenschaft, sondern die grobe Pionierarbeit einer werdenden; es ist die Fortsetzung der Entzifferung der Hieroglyphen.

Wenn das Einschreiben des provisorischen Manuskriptes nur bis *nw* gefördert werden konnte — bis zu 3962 Seiten —, und wenn auch die anderen Nebenarbeiten, an denen abwechselnd die HH. Hoffmann, Niggemann, Scharff, Steller und Wiesmann sowie Frl. Morgenstern beschäftigt waren, nicht so wie sonst vorrückten, so lag dies an dem Kriege, an dem die vier erstgenannten Herren teilnahmen. Hr. Hoffmann, dessen an anderer Stelle dieser Berichte gedacht ist, fand dabei den Heldentod; Hr. Steller wurde verwundet. Unser früherer eifriger Mitarbeiter Hr. Max Burchardt zählt leider zu den Vermißten.

Auch die Verzettelung wurde durch den Krieg beeinträchtigt, der die begonnenen Arbeiten unserer Mitarbeiter im In- und Auslande unterbrach. Hr. Roeder, der unter der Leitung des Hrn. Junker die Verzettelung der Inschriften griechisch-römischer Zeit fortsetzte, erledigte dabei die Tempel von Dendur und Dakke sowie das Mammisi von Edfu; den Tempel von Kom Ombo bereitete er zur Verzettelung vor. Auch einige Inschriften des Berliner Museums wurden von ihm er-

ledigt. Die Zahl der verzettelten Stellen betrug 1342, die der alphabetisierten Zettel 51396. Im ganzen wurden bisher verzettelt 59226 Stellen, alphabetisiert 1280096 Zettel.

Die HH. Erman und Grapow begannen die noch nicht verzettelten Veröffentlichungen des letzten Jahrzehnts zu exzerpieren. Hr. Grapow legte ein Verzeichnis der veröffentlichten Totenbuchtexte an, das deren Ausnutzung für das Wörterbuch erleichtern wird.

Die Sammlungen des Wörterbuches wurden in den letzten Jahren in immer steigendem Maße von Gelehrten des In- und Auslandes zu ihren Arbeiten benutzt; dies machte die Aufstellung einer Benutzungsordnung nötig.

Das Tierreich.

Bericht des Hrn. F. E. Schulze.

Im Berichtsjahre sind im Bureau des »Tierreich« keine Personalveränderungen eingetreten.

Zwei umfangreiche Lieferungen konnten erscheinen:

Lief. 41. *Bethylidae* von Hrn. Prof. J. J. Kieffer, XXV und 593 Seiten, 205 Abbildungen. Die Zahl der Arten beträgt 1074, und verteilt sich auf 169 Gattungen.

Lief. 42. *Serphidae* (= *Proctotrupidae*) et *Calliceratidae* (= *Ceraphronidae*) von Hrn. Prof. J. J. Kieffer, XVII und 254 Seiten, 103 Abbildungen. Die *Serphidae* enthalten 7 Gattungen und 118 Spezies; die *Calliceratidae* 20 Gattungen mit 399 Arten.

Beide Lieferungen umfassen 3 der 6 Familien der *Proctotrupoidea*, von denen die Bearbeitung einer weiteren Familie, *Diapriidae*, mit 1306 Arten, in Vorbereitung ist. Dank dem Entgegenkommen des Verlegers konnten die Lieferungen wiederum mit zahlreichen, vortrefflich ausgeführten Abbildungen versehen werden.

Die Proctotrupiden gehören zu den Schlupfwespen, die andere Insekten anstechen und zugrunde richten. Darin, daß sie auch den Kulturpflanzen schädliche Insekten vernichten, liegt die ökonomische Bedeutung dieser meist winzigen Tiere.

Unsere Kenntnisse der Bethyliden haben in den letzten Jahren ganz besonders zugenommen; von den jetzt bekannten 1074 Arten sind 767 erst seit dem Jahre 1901 beschrieben worden.

Nomenclator animalium generum et subgenerum.

Bericht des Hrn. F. E. Schulze.

Als ein erfreuliches Zeichen des regen Interesses, welches dem Nomenclator-Unternehmen sowohl von seiten der Behörden als auch

von wissenschaftlichen Korporationen und einzelnen Gelehrten entgegengebracht wird, ist hervorzuheben, daß im verflossenen Jahre außer den vom vorgeordneten Ministerium und unserer Akademie selbst teils aus ihren eigenen Fonds, teils auch aus der Samson-Stiftung bewilligten namhaften Summen noch ein Beitrag von einer wissenschaftlichen Gesellschaft überwiesen wurde. Dazu kam, daß uns von Hrn. Prof. Ludwig Darmstädter hierselbst 1000 Mark (als dritte Rate der uns zugedachten Gesamtunterstützung von 5000 Mark), ferner von Hrn. Dr. Franz Poche in Wien 1000 Kronen und von dem Hrn. Prof. Richard Biedermann-Imhoof in Eutin 400 Mark zur Fortführung des kostspieligen Unternehmens übergeben sind.

Folgende Gruppen wurden im Berichtsjahre von den Bearbeitern fertiggestellt: die rezenten *Coccolithophoriden* und *Silicoflagellaten* von Hrn. H. Lohmann (Kiel); die rezenten und fossilen *Foraminiferen* von Hrn. R. Schubert (Wien) und von unserem Bureau; die *Haemosporidien* von Hrn. Th. von Wasielewski (Heidelberg); die *Haemogregariniden* von Hrn. Wülker (Heidelberg); die *Haplosporidien* von Hrn. F. Mesnil (Paris); die *Ciliaten*, inkl. *Suctorien* von Hrn. H. B. Fantham (Liverpool); die fossilen *Protisten* von Hrn. R. Schubert (Wien); die *Opilioniden* s. *Phalangiden* von Hrn. F. Roewer (Bremen); die *Prostigmaten* s. *Trombidiiden* s. l., die *Heterostigmaten* s. *Tarsonemiden* s. l. und ein Teil der *Arachnoideen inc. sed.* von Hrn. Sig Thor (Drammen in Norwegen); die *Halacariden* von Hrn. H. Lohmann (Kiel); die rezenten *Forficuliden* und *Hemimeriden* von Hrn. H. Krauss (Tübingen); die rezenten *Thysanopteren* s. *Thripsiden* von R. S. Bagnall (Oxford); die rezenten *Trichopteren* von Hrn. G. Ullmer (Hamburg); die rezenten *Microlepidopteren* von den HH. H. Rebel und J. Zerny (Wien); die übrigen *Lepidopteren* von den HH. H. Wagner (Dahlem) und K. W. von Dalla Torre (Innsbruck) — mit Ausnahme einiger noch ausstehender oder schon früher eingelieferter Familien —; die *Cecidomyiden* von Hrn. J. J. Kieffer (Bitsch); von Hrn. A. Hetschko (Teschen) die von ihm übernommenen 43 *Coleopteren*-Familien; die *Chrysomeliden* und *Coccinelliden* von Hrn. J. Weise (Petersdorf im Riesengebirge); die *Cupediden* von Hrn. H. J. Kolbe (Berlin); die *Staphyliniden* von Hrn. F. Eichelbaum (Hamburg); die *Megalyriden*, *Stephaniden*, *Agriotypiden*, *Evaniiden*, *Peleciniden*, *Braconiden*, *Proctotrupiden* und *Mymariden* von Hrn. O. Schmiedeknecht (Blankenburg, Thür.); die *Megachilinen* von Hrn. H. Friese (Schwerin); die *Homopteren* von Hrn. A. Jacobi (Dresden); die rezenten und fossilen Mollusken von Hrn. J. Thiele (Berlin); die rezenten *Echinoideen* von Hrn. L. Döderlein (Straßburg i. Els.); die *Appendicularien* von Hrn. H. Lohmann (Kiel).

Von diesen zahlreichen bereits eingelaufenen Manuskripten der (über 100) Mitarbeiter sind bereits einige vollständig revidiert und für den Druck vorbereitet, wobei sämtliche Literaturzitate unter Einsicht der Originalwerke sorgfältig nachgeprüft werden mußten. Bei dieser mühevollen Arbeit hat uns die Auskunftsstelle unserer Kgl. Bibliothek unschätzbare Dienste geleistet. Auch eine große Zahl hiesiger wie auswärtiger Bibliotheken hat uns durch Zusendung seltener Werke bereitwillig unterstützt.

Wegen besonderer Verdienste um unser Unternehmen wurde in dem abgelaufenen Geschäftsjahre durch ein von der akademischen Nomenklator-Kommission unterzeichnetes, künstlerisch ausgeführtes Ehrendiplom geehrt: Hr. Prof. Biedermann-Imhoof in Eutin, Hr. Dr. Poche in Wien und Frau Prof. Dahl in Steglitz, welche letztere uns wiederholt in der Benutzung russischer Literatur freundlichst unterstützt hat.

Um sämtliche einzelnen Bearbeiter der über 150000 Gattungs- und Untergattungsnamen zu den Korrekturen ihrer speziellen Beiträge heranziehen zu können und trotzdem während des Druckes das gesamte Zettelmaterial in der Hand zu behalten, werden zunächst die fertiggestellten Zettel in mehreren Exemplaren gedruckt. Die auf solche Weise erhaltenen Serien können dann gleichzeitig zu verschiedenen Einzelzwecken benutzt werden und sollen zusammen ein Archiv bilden, welches, in passender Weise vermehrt, sich in Zukunft zu einer internationalen Nomenklatur-Auskunftsstelle entwickeln kann. Auch wird es hierdurch leicht möglich sein, später für einzelne Tiergruppen lexikalisch geordnete Sonderausgaben zu veranstalten, die dem Bedürfnis der Spezialisten besser entsprechen, als das große Namenlexikon.

Eine jähe Unterbrechung haben allerdings unsere im besten Fluß befindlichen Arbeiten durch den Ausbruch des Krieges und besonders dadurch erfahren, daß plötzlich jede Verbindung mit den in Feindesland befindlichen Bearbeitern völlig abgeschnitten und mit den neutralen Ländern erschwert oder doch unsicher wurde.

Unter diesen Umständen konnte von einer regelmäßigen Fortführung des ganzen Betriebes keine Rede sein.

Unser Nomenclator-Bureau, an welchem neben dem mit der Schriftleitung betrauten wissenschaftlichen Beamten der Akademie, Hrn. Dr. Kuhlgatz, bis zum August 1914 die HH. Dr. Hohenstein, Dr. Fehringer, Dr. Menzel, Dr. Stobbe, cand. phil. Becker und Frl. Rothenbücher als Hilfsarbeiter teilgenommen haben, mußte aufgelöst werden. Die notwendigen fortlaufenden Arbeiten werden jetzt, nachdem der mit der Schriftleitung beauftragte Beamte der Akademie Hr. Dr. Kuhlgatz Mitte August in den Dienst des Roten Kreuzes getreten ist, von Hrn. Cand. Becker fortgeführt.

Das Pflanzenreich.

Bericht des Hrn. Engler.

Im Jahre 1914 sind folgende Hefte erschienen:

Heft 62. Carl Skottsberg, *Myzodendraceae*, 1 Bogen.
» 63. F. Pax, *Euphorbiaceae-Acalypheae-Mercurialinae*, 30 Bogen.

Im Druck befindet sich die Abteilung der *Euphorbiaceae-Bridelieae* (bearbeitet von E. Jablonszky), deren Korrektur Hr. Geheimrat Prof. Dr. Pax überwacht, da der Verfasser selbst im Felde steht. Ferner ist die vom Herausgeber bearbeitete Abteilung der *Araceae, Araceae-Philodendroideae-Anubiadeae, Aglaonemateae, Dieffenbachieae, Zantedeschieae, Typhonodoreae* und *Peltandreae* (Fortsetzung von Heft 55) bereits in Druck gegeben.

Das sehr wertvolle Manuskript von A. Cogniaux, *Cucurbitaceae-Fevilleae* und *Melothrieae*, liegt druckfertig vor und kann Anfang nächsten Jahres, nachdem die bereits in Arbeit befindlichen Figuren fertiggestellt sind, gedruckt werden, sobald die durch den Krieg unterbrochenen Beziehungen zu dem in Belgien lebenden Verfasser eine glatte Abwicklung der Korrekturen erlauben. Die von Hrn. Prof. Knuth tatkräftig geförderte Bearbeitung der *Dioscoreaceae* hat durch den Kriegsausbruch eine Verzögerung erlitten, da es nicht möglich ist, gewisse wichtige Materialien zur Zeit zu erhalten; es ist aber zu hoffen, daß die Arbeit im Laufe des nächsten Jahres beendigt wird.

Ebenfalls wird wahrscheinlich die Arbeit von Dr. Schuster über die *Cycadaceae* in nächster Zeit dem Abschlusse nahe sein, so daß der Druck der Hefte trotz der jetzt etwas schwierigen Verhältnisse keine Unterbrechung erleiden dürfte.

Geschichte des Fixsternhimmels.

Für die wissenschaftlichen Arbeiten des Bureaus ging im Berichtsjahr nahezu ein Monat verloren durch den Umzug der Akademie in ihren Neubau und die anschließende Umordnung der Zettel; dafür hat das Bureau nun aber nach vielem Umherwandern für die Dauer gesicherte zweckmäßige und ausreichende Arbeitsräume erhalten.

Eine weitere empfindliche Störung der Arbeiten brachte eine während des ganzen Jahres mit kurzen Unterbrechungen andauernde Krankheit des geschäftsführenden Mitgliedes der Kommission mit sich. Wegen dieser noch fortdauernden Behinderung des Berichterstatters können für das Jahr 1914 nur folgende summarische Angaben gemacht werden.

Neu auf die Zettel aus Katalogen übertragen wurden Örter von 14683 Sternen, für 3819 Sterne wurden Präzessionen gerechnet und die Reduktion auf 1875 von $7^h 17^m$ bis $9^h 40^m$ fortgeführt.

Über die Nebenarbeiten ist zu berichten, daß die Drucklegung der Bearbeitung der alten Bradleyschen Beobachtungen abgeschlossen wurde und der Schlußband mit dem Katalog von 4219 Sternen im Juni des Jahres ausgegeben worden ist; ferner, daß die Aufstellung eines Generalkatalogs Cambridge II für 1845 nach den Beobachtungen von 1836—1848 begonnen wurde. Die Örter der Cambridger Jahreskataloge für die einzelnen Sterne sind vollständig auf Zetteln gesammelt und für die ersten sechs Stunden die Reduktionen auf 1845 und die Mittelbildungen sowie Vergleichungen mit neuen Örtern ausgeführt.

Kommission für die Herausgabe der „Gesammelten Schriften Wilhelm von Humboldts“.

Bericht des Hrn. Burdach.

Die Kommission betrauert den Tod ihres Mitglieds Reinhold Koser: er hat ihr Unternehmen von Beginn an nicht bloß durch das Gewicht der Fülle seines Wissens und seine reiche Erfahrung, sondern auch durch vielfach bewährten persönlichen Rat und Beistand in einer Weise gefördert, der ein dauernder Dank gewiß ist.

Das Schmerzenskind der Ausgabe, ihr 13. Band (Ergänzungen der beiden abgeschlossenen Abteilungen), ist immer noch der Vollendung fern: den Druck der Amtlichen Arbeiten aus den Jahren 1809/10 hat Prof. Spranger (Leipzig) nach längerer Unterbrechung bis zum 20. Bogen gefördert; hingegen der letzte Teil des Bandes (Nachträge und Revision der früher edierten Denkschriften von 1810—1819) ist auch jetzt noch nicht wirklich in Angriff genommen. Die dafür erforderliche Durcharbeitung der Akten des Berliner Staatsarchivs hatte der Herausgeber Dr. Siegfried Kähler aus Gesundheits- und anderen Gründen erst bis zum Frühling, dann bis in den Herbst 1914 vertagen müssen. Er hat aber am 1. Oktober seine Arbeit nicht aufgenommen, sondern ist für die Kriegszeit als freiwilliger Krankenpfleger in den Dienst der vaterländischen Wohlfahrt getreten. — Der Druck von Bd. 14 (Tagebücher) steht bei Bogen 11: ein langsameres Vorrücken bedingen hier naturgemäß die mühevollen erklärenden Anmerkungen, die der Herausgeber Prof. Albert Leitzmann (Jena) mit gewohnter Umsicht und Gründlichkeit besorgt. — Im Laufe des September hat das Kultusministerium die im vorjährigen Bericht angekündigte, überaus dankenswerte Hilfsaktion durchgeführt, indem es bei zahlreichen Schul- und Institutsbibliotheken die Bestellung einer größeren Anzahl von Exemplaren der Aus-

gabe, teils der Gesamtreihe, teils einzelner Bände, vermittelte. So soll während des Krieges, den Deutschland wider ein buntes Gemisch zivilisierter, halbzivilisierter und kulturloser Nationen führen muß, der Geist des Mannes unter uns lebendig bleiben und der höheren deutschen Jugendbildung vorleuchten, der wie kein Zweiter sich bemüht hat, die Verschiedenartigkeit der Völker als Ausdruck nationaler Individualitäten zu begreifen und darauf die Kunst seiner wissenschaftlichen Charakteristik anzuwenden. Humboldts Vermächtnis einer aus universaler Weltbildung, aus gerechtem und allseitigem Menschheitsverständnis hervorquellenden nationalen Gesinnung bahnt zugleich der nationalen Toleranz, der gemeinsamen friedlichen Kulturarbeit gleichberechtigter und autonomer Nationen den Weg: dieses Vermächtnis zu pflegen, zu mehren und zu verbreiten mitten in dem Kampf mit Feinden, die uns als Nation vernichten wollen, das ist auch eine Antwort auf den frevlerischen Vorwurf des Barbarentums, den unsere Gegner von allen Seiten uns ins Gesicht schleuderten.

Interakademische Leibniz-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Erdmann.

Der erste Band der Briefe und Denkschriften sollte Ende 1914 erscheinen. Aber der Ausbruch des Krieges hat es unmöglich gemacht, die Korrektur des bereits vollständig gesetzten Brieftextes und die Redaktion des kritischen Apparates zu Ende zu führen. Die Vorbereitung der weiteren Bände des Briefwechsels hat keine wesentliche Unterbrechung erfahren; in den letzten Monaten ist sie in vollem Umfange von uns wieder aufgenommen worden.

Corpus Medicorum Graecorum.

Bericht des Hrn. Diels.

Gegen Ende des abgelaufenen Jahres ist der Bd. XI 2, 1 Pseudo-Galeni In Hippocratis de septimanis commentarium ab Hunaino q. f. arabice versum ed. G. Bergsträsser ausgegeben worden. In nächster Zeit wird sich ihm Bd. V 9, 2 anschließen, an dem schon seit längerer Zeit gedruckt worden ist. Er wird enthalten 1. Galenus Εἰς τὸ Προρρητικὸν ᾱ Ἱπποκράτους libri III (Kühn XVI 489—840) ed. H. Diels, 2. Περὶ τοῦ παρ' Ἱπποκράτει κώματος (K. VII 643—665) ed. I. Mewaldt, 3. Εἰς τὸ Προγνωστικὸν Ἱπποκράτους (K. XVIII B 1—317) ed. I. Heeg.

Der Druck von Paulus Aegineta Buch I—IV ed. J. L. Heiberg, die schon im vorjährigen Berichte als druckfertig erwähnt wurden, hat wegen der Kriegsläufte noch nicht begonnen werden können.

An druckfertigem neuem Manuskript lief ferner ein:

Galenus Περὶ ψυχῆς παθῶν καὶ ἁμαρτημάτων, bearbeitet von Hrn. Oberlehrer Dr. W. de Boer (Bremen).

Die übrigen Mitarbeiter, von denen ein Teil zu Beginn des Krieges unter die Fahne traten und daher keinen Bericht einsenden konnten, haben nach Möglichkeit die von ihnen übernommenen Stücke gefördert. Im einzelnen ist folgendes hervorzuheben:

Hr. Rektor Dr. Helmreich (Ansbach) berichtet über seine Arbeiten folgendes:

Zur Schrift Galens Περὶ τῶν ἐν ταῖς τροφαῖς δυνάμεων wurden die noch ausständigen Handschriften ganz oder probeweise verglichen und die Revision des Textes, der im wesentlichen bereits in den Ansbacher Programmen (1905—1909) festgestellt war, durchgeführt.

Im Anschluß daran wurden die Handschriften zu dem Traktat Περὶ εὐχυμίας καὶ κακοχυμίας, von denen teils Photographien, teils Vergleichungen zu Gebote standen, untersucht und auf Grund derselben der Text festgestellt.

Ferner konnten zu dem großen Werk Galens, der Θεραπευτικὴ μέθοδος, zwei wichtige Textquellen, der cod. Paris. Suppl. grec. 634 und eine Athoshandschrift aus dem Kloster Iberon, die vielfach übereinstimmen und sich gegenseitig ergänzen, mit Hilfe von Kollationen und Photographien untersucht werden. Das Ergebnis ist, daß ihre Lesarten den Text an sehr vielen Stellen verbessern. Doch müssen auch noch die übrigen Handschriften, soweit sie eine selbständige Überlieferung darstellen, herangezogen werden.

Hr. Oberlehrer Dr. Wenkebach (Berlin-Charlottenburg) hat die Herstellung des Druckmanuskripts für Galen in Hippocr. Epidem. I nicht weiter fördern können, da die für die Textgestaltung notwendige Benutzung der arabischen Übersetzung Hunains, die Hr. Dr. Kern in deutscher Übertragung zu geben versprochen hat, bisher noch nicht hat erfolgen können.

Hr. Oberlehrer Dr. Koch (Eisenach) hat die Vorarbeiten für die Herausgabe der Ὑγιεινά größtenteils vollendet, wobei er Photographien des Cod. Marc. 276 und Reginensis 173 und verschiedene Handschriften der lateinischen Übersetzungen des Burgundio Pisanus und Nicolaus Reginus benutzte.

Hr. Kalbfleisch hat seine Untersuchungen über die Schrift Περὶ χυμῶν zu Ende führen können. Der Verdacht der Fälschung fällt weder auf Darmarius, der 1560 in Padua die Handschrift geschrieben hat, von der die andern abhängig sind, noch auf Rasarius, der den Kommentar 1562 in lateinischer Übersetzung herausgab, sondern auf einen Byzantiner, der die von Galen erwähnte, aber verloren gegangene

Schrift gewissermaßen herstellen wollte. In seinem Machwerk lassen sich dreierlei Bestandteile nachweisen:

1. gute alte Stücke aus Galens verlorenen Schriften und anderen, nicht mehr erhaltenen Quellen. Beispiel XVI 196, 7—198, 1 K.;

2. Mosaik aus Galens erhaltenen Schriften, wertvoll z. T. durch Erhaltung besserer Lesarten;

3. byzantinische Verbindungsstücke, mit denen der Kompilator die alten Steine zusammengekittet hat.

Hr. Kalbfleisch hofft, das Manuskript des ganzen Kommentars, der nun doch ganz gedruckt werden muß, in den Osterferien d. J. abschließen zu können.

Hr. Prof. Dr. O. Hartlich (Grimma) gedenkt, das Manuskript von Galens kleiner Schrift Περὶ πτισάνης noch in den Wintermonaten zu vollenden. Das handschriftliche Material zu Περὶ τῆς ἐξ ἐνυπνίων διαγνώσεως konnte noch nicht vollständig beschafft werden.

Hr. Prof. Dr. M. Wellmann (Potsdam) hat im vergangenen Jahre für Aëtios den Cod. Laurent. gr. 75, 21 (Buch XIV u. XV) z. T. kollationiert, z. T. abgeschrieben. Was an italienischen Handschriften noch aussteht, hofft er in diesem Jahre nachholen zu können.

Hr. Prof. Dr. H. Schöne (Greifswald) hat die Arbeit an der Herstellung des kritischen Apparats zu Galens Kommentaren der beiden Hippokratesschriften περὶ ἀγμῶν und περὶ ἄρθρων begonnen; seit Anfang August steht er im Felde und hat die Arbeit unterbrochen.

Hr. Dr. Viedebantt (Potsdam) hat die Textgestaltung der metrologischen Medizinertexte infolge des Kriegsausbruchs noch nicht zum Abschluß bringen können. Er fördert die Arbeit auch jetzt, kann aber ihre Fertigstellung, da noch Kollationen und photographische Aufnahmen im Ausland nötig sind, erst nach dem Friedensschluß in Aussicht stellen.

Hr. Prof. A. Olivieri (Neapel) berichtet, daß er seine Kollationsarbeit an der ersten Hälfte des Werkes des Aëtios fortgesetzt und folgende Handschriften verglichen hat: 1. Vatic. gr. 298; 2. Paris. gr. 2228; 3. Athous Laur. 718 Ω 63; 4. Athous Batoped. Α 29; 5. Scorial. Υ IV. 14.

Hr. Priv.-Doz. Dr. E. Nachmanson (Uppsala) hat März—Juli 1914 die Erotianhandschriften in Italien, Frankreich und England untersucht. Das Verwandtschaftsverhältnis der Handschriften ist ermittelt worden; nicht wenige scheiden als direkte Abschriften anderer vorhandener Codices aus, so von den 5 Parisini sogar 4, weiter das Fragment Vallicell. 78, eine Kopie des — im Medizinerkatalog nicht erwähnten — vollständigen Vat. 1878, usw. Während der Reise wurde auch eine große Anzahl Hippokrateshandschriften auf die Scholien hin geprüft. Dabei zeigte sich u. a., daß auch einige der älteren Handschriften für

Erotian nicht ohne Bedeutung sind. Die Vollendung der Ausgabe darf für das Jahr 1916 in sichere Aussicht gestellt werden.

Hr. Prof. Dr. J. L. Heiberg (Kopenhagen) berichtet über die von seiten der Kgl. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften erfolgten Arbeiten am Corpus Medicorum folgendes:

»Hr. Heiberg hat die für Paulos Aiginetes Bd. II noch ausstehenden Handschriften in Italien kollationiert und die Recensio dieses Bandes angefangen, die im Laufe des Jahres zu Ende geführt werden soll. Das Manuskript zu Bd. I (Buch I—IV) ist in den Händen des Verlegers.«

»Hr. Dr. Raeder ist mit Aufsuchen der Galenstellen, die für Oribasios' Synopsis und die Schrift Ad Eunapium als Quellen gedient haben, beschäftigt gewesen, eine Arbeit, die längere Zeit als vorausgesetzt in Anspruch genommen hat; wenn die Verhältnisse den Beginn der Drucklegung gestatten, wird das Manuskript zu den genannten Schriften in kurzer Frist druckfertig gemacht werden können.«

»Hr. Rektor Dr. Hude hat sämtliche Pariser Handschriften des Aretaios untersucht und die zwei wichtigsten (2288 u. 2187) neu kollationiert. Wenn es gelingt, im Laufe des Sommers eine neue Kollation von Harleian. 6326 zu bekommen, kann die Recensio hoffentlich bis zum Ausgang des Jahres fertiggestellt sein.«

Die autonome Kommission zur Herausgabe des Corpus Medicorum hat sich durch Kooptation von Hrn. Wendland in Göttingen (an Stelle des verstorbenen Hrn. Leo) und Hrn. Prof. Dr. P. Kretschmer in Wien (an Stelle des nach Frankfurt a. M. übergesiedelten Hrn. Prof. von Arnim) ergänzt. Sie besteht also jetzt aus den HH. Diels (Vorsitzendem), Wendland, Heiberg, Ilberg, Bywater, Crusius, Kretschmer.

Deutsche Commission.

Bericht der HH. Burdach, Heusler und Roethe.

Die Deutsche Commission hat abermals einen schwer zu ersetzenden, menschlich und sachlich tief empfundenen Verlust erlitten: Reinhold Koser, dessen reiche Erfahrung und nie versagende Hilfsbereitschaft ihr wiederholt bei schwierigen Aufgaben und Entschließungen die Wege geebnet hat, ist ihr entrissen worden.

Es ist uns weiter ein Bedürfnis, aus der großen Zahl der Mitarbeiter der Deutschen Commission, die seit Kriegsbeginn in das deutsche und österreichisch-ungarische Heer eingetreten sind, der Männer zu gedenken, die bisher schon jene Liebe und Treue zum deutschen Vaterlande, aus der die Arbeiten der Deutschen Commission recht eigentlich erwachsen sind, durch den Tod besiegelt haben. Am 22. August fiel an der Sambre Dr. Otto Matthäi (Lichterfelde), der Heraus-

geber von Konrad von Megenbergs 'Deutscher Sphära'; in den flandrischen Novemberkämpfen wurden Dr. Frank Fischer, langjähriger Assistent an der Centralsammelstelle des Deutschen Wörterbuchs in Göttingen, und cand. phil. Alfred Morsbach, unter den jüngeren Helfern des Handschriftenarchivs einer der Hoffnungsreichsten und Wertvollsten, uns entrissen; bei den Kämpfen in Polen verloren wir am 21. November Dr. Max Leopold, der mit größtem Eifer und rühmlichem Gelingen die *ver*-Komposita für das Deutsche Wörterbuch bearbeitete, am 24. November Dr. Gerhard Reissmann, der Hrn. Burdach bei seinen Forschungen zur neuhochdeutschen Sprachgeschichte tüchtige, sehr verläßliche Hilfsarbeit geleistet hatte, am 9. December Dr. Walther Dolch, einen besonders energischen, erfolgreichen, geschickten Helfer der akademischen Handschripteninventarisation. Sie alle haben einen Anspruch auf die dankbare Erinnerung der Deutschen Commission sich erworben.

Unser gesamter Bericht ist diesmal weit magerer als in den letzten Jahren. Waren unsere Arbeiten in der ersten Jahreshälfte regelmäßig und erfreulich fortgeschritten, so brachte doch des Krieges Ausbruch sofort den schärfsten Einschnitt. Das Heer hat der Deutschen Commission teils sofort, teils allmählich so viel Mitglieder, Mitarbeiter und Helfer entzogen, daß alles verlangsamt, vieles alsbald eingestellt werden mußte. Fühlbar machte sich namentlich, daß die ganzen akademischen Ferien und auch ein Teil der Schulferien, die sonst für den Fortschritt unserer Arbeiten besonders ertragreich waren, diesmal friedlichen Studien kaum zugute kommen konnten.

Beim Beginn des Berichtsjahres vollzog sich der Umzug der Akademie aus ihren längst unzulänglich gewordenen Räumen Potsdamer Straße 120 in den Neubau Unter den Linden 18. Der Deutschen Commission wurden dort 5 hohe Räume im ersten Geschoß, ferner 5 Räume des darüber liegenden, niedrigeren Zwischengeschosses zur Verfügung gestellt. Dieser Erweiterung dankt es das Handschriftenarchiv, daß seine umfänglichen Sammlungen nunmehr übersichtlicher und zweckmäßiger aufgestellt werden konnten. Da die Bearbeitung auswärtiger Handschriften im Archiv selbst ständig wächst, so ist es für uns sehr wertvoll, daß wir jetzt einen größeren Arbeitssaal mit zwanzig Arbeitsplätzen und einen eigenen geräumigen feuer- und diebessicheren Tresor besitzen. — Von den Räumen des Zwischengeschosses wurden drei, die augenblicklich durch unsere eigenen Arbeiten noch nicht in Anspruch genommen sind, vorläufig bis auf Widerruf der Preußischen Volksliedcommission überlassen.

Für die **Inventarisation der deutschen Handschriften des Mittelalters** wurden im Mai v. J. auf Grund der gesammelten Erfahrungen 'Zusätze' zu den 'Grundsätzen der Handschriftenaufnahme' ausgegeben. Sie beziehen sich vornehmlich auf die lateinischen Sammelhandschriften des 16. und 17. Jahrhunderts. Von grundsätzlicher Bedeutung ist folgender Zusatz:

'In Billigung der z. T. schon durchgeführten Praxis wird ferner bestimmt, daß in Bibliotheken, die keinen gedruckten Handschriftenkatalog besitzen, auch über die literarischen deutschen Handschriften des späten 17., des ganzen 18. und beginnenden 19. Jahrhunderts kurze orientierende Angaben gemacht werden. Allbekanntes kommt dabei nicht in Betracht.'

Im Juni verlor das Archiv durch Tod einen vielversprechenden jungen Mitarbeiter, stud. phil. Walther Georgi, dessen warmherzige und arbeitsfrohe Hingabe wir in gutem Gedächtnis behalten werden.

Die Einzelfortschritte der Handschriftenbeschreibung waren recht ungleich.

Ganz fehlt diesmal die Schweiz.

Aus Österreich liegen einige Beschreibungen von Admonter Handschriften vor, die Privatdocent Dr. Polheim (Graz) selbst fertigte oder herstellen ließ und nachprüfte. Dr. Walther steuerte die gelegentliche Aufnahme einer Melker Handschrift bei.

Aus Bayern sandten unsere altbewährten Münchener Mitarbeiter, Oberbibliothekar Dr. Leidinger und Bibliothekar Dr. Petzet eine Reihe von Beschreibungen ein. Hervorhebung verdient die Mystikerhandschrift cgm 142 und die Sammelhandschrift clm 7596, die unter anderem ein deutsches Regimen für Fürsten und Fürstinnen und den Novizenspiegel des Bruders David von Augsburg enthält. Die geistlichen Betrachtungen des ersten Teils dieser Handschrift hat Johann von Indersdorf 1437 für seinen Herrn Herzog Albrecht III. von Bayern-München verfaßt. — Eine lateinische Mischhandschrift der Hof- und Staatsbibliothek beschrieb Dr. Walther.

Für Würzburg hatte Dr. Walther einen mehrwöchigen Auftrag erhalten, und, obwohl er Ende Juli dort nur noch wenige Tage für uns tätig sein konnte, so liegen doch bereits 13 Beschreibungen von ihm vor; von diesen seien erwähnt: ein deutsches Speculum salvationis, ein deutsches Ordensbuch (1442) und eine deutsche Regula S. Benedicti. — Die Hans Starksche Chronik, jetzt im Besitz der Stadtbibliothek zu Nürnberg, 9 Bände umfassend, begann Dr. Behrend zu verzeichnen; durch reichlich eingelegte historische Lieder hat diese Chronik für uns besonderen Wert. —

Eine früher nur knapp skizzierte deutsche Gebetshandschrift in Maihingen behandelte Dr. Jacobsohn eingehend.

Mit dankenswerter Rüstigkeit wirkten unsere ständigen Mitarbeiter in Stuttgart, Bibliothekar Prof. Dr. Löffler (schwer verwundet) und Bibliothekar Dr. Leuze, für die Handschriftenaufnahme. Eine erwünschte Erweiterung unserer Kenntnis bedeutet cod. Hb. T. Ascet. 204 mit dem 'Leben der sel. Dorothea'; eine andere Handschrift enthält eine deutsche Übersetzung der Summa eines Johannes (nicht der bekannten Summa Johannis Friburgensis), die bisher noch unbekannt zu sein scheint. 1492 kannte man bisher nur eine stark verstümmelte Königsberger Handschrift. Aus den 25 von Löffler eingereichten Beschreibungen heben wir hervor eine deutsche Übersetzung der Summa des Johannes Friburgensis, einen deutschen Belial (15. Jahrhundert), Mechthilds 'Buch der geistlichen Gnade', des Johannes von Zozenhausen 'Leidensgeschichte Jesu' (deutsch, 2. Hälfte des 15. Jahrhunderts) und das 'Adamsbuch'.

Die Handschriften der Schadschen Sammlung in Ulm (Stadtbibliothek) fuhr Dr. Behrend zu beschreiben fort. — Eine Heidelberger Handschrift allegorischer Minnereden behandelte Dr. Kurt Matthäi.

Wie in den Jahren zuvor trafen aus der Großherzoglichen Bibliothek zu Weimar einige Handschriften im Archiv ein; außer dem Archivar widmete sich ihrer Bearbeitung stud. Böttcher (verwundet).

Zahlreiche Beschreibungen sandte uns unser junger Mitarbeiter in Breslau, cand. Haertwig; blieben ihm auch reizvollere Funde versagt, so ermöglicht seine Arbeit doch eine Übersicht über die Masse geistlicher und weltlicher Literatur Schlesiens, vornehmlich des 17. Jahrhunderts. Der Freundeskreis des Andreas Gryphius ist in poetischen Briefen vertreten. Bemerkenswert sind Joh. Tschernings Verse und Haunolds 'Der selige und unselige Mensch'. Auch auf den Breslauer Meistergesang fallen neue Lichter; neben schon bekannten Poesien Adam Puschmanns tritt Martin Keyser mit Versen auf. Der Localhistoriker wird manche historische Notiz aus Chroniken mit Dank begrüßen. Von diesen durch Haertwig verzeichneten historischen Handschriften erwähnen wir die Breslauer Chronik von Franz Cöckritz (1555) und die Bunzlauer Geschichten von Fr. Hollstein (17. Jahrhundert), anderer Codices mit historischen Liedern zu geschweigen. Haertwig arbeitete an folgenden Sammlungen: Stadtbibliothek, Kgl. und Universitäts-Bibliothek, Staatsarchiv und Schlesisches Museum für Kunstgewerbe und Altertum; alle zu Breslau. Ferner durchmusterte er die Sammlungen der Oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Görlitz und die Bibliotheken des Gymnasiums und der evangelischen Kirchengemeinde zu Brieg. — Aus Liegnitz schickte Dr. Zuchhold

eine ausführliche Beschreibung des bereits bekannten Fragments vom 'Trojanerkrieg' Konrads von Würzburg.

Mit der Aufnahme literarischer Handschriften der Provinz Posen, soweit sie noch nicht durch Dr. Niewöhners Handschriftenreise erledigt waren, wurde Dr. Stecher beauftragt. Auch er hatte nur etwa zehn Tage dieser Arbeit gewidmet, als ihn der Krieg abberief. In Angriff genommen wurden folgende Sammlungen der Stadt Posen: Staatsarchiv, Friedrich-Wilhelms-Gymnasium, Raczynskische Bibliothek und Mielzynskisches Museum. Eine der behandelten Handschriften gibt erwünschte Auskunft über die Hymnologie des Cistercienserklosters Paradies. Zweifelhaft bleibt es vorläufig, ob eine Reihe lateinischer medicinischer Lehrgedichte (14.—15. Jahrhundert, Raczynskische Bibliothek) wirklich deutscher Herkunft ist. Historisch-politische Verse (17. Jahrhundert) behandeln die Verhältnisse der Krone Polens.

Eine vorläufige kurze Übersicht der in Betracht kommenden Handschriften aus der Stadtbibliothek in Danzig übersandte ihr Director Hr. Prof. Dr. Günther.

Aus der Königlichen Bibliothek zu Berlin wurde nur sehr Weniges gebucht: so die schon von Ernst Martin beschriebene rheinisch-niederfränkische Sammelhandschrift, der Dr. Kurt Matthäi seine Aufmerksamkeit zuwandte, so ein früher im Besitz des Kgl. Staatsarchivs befindliches Minnesängerfragment (Hms. III 468[n]), das Hr. Peters erledigte. Ausgiebiger steuerten kleine Sammlungen bei: Prof. Henrici beschrieb aus dem Besitz des Luisengymnasiums 36 meist lateinische Scenarien von Schulaufführungen in mittel- und süddeutschen Jesuitengymnasien, in denen neben den üblichen biblischen, allegorischen und historischen Stoffen auch Zeitereignisse, wie die Christenverfolgung in Japan, behandelt werden. Archivar Dr. Behrend verzeichnete allerlei Manuscripte Joh. Valentin Andreäs und seiner Familie, die sich im Besitz der Loge zu den drei Weltkugeln befanden; aus seinen eignen Sammlungen gab er Mitteilungen über eine Schwanritterprosa des 16. und allerlei geistliche Stücke des 17. Jahrhunderts.

Die Provinz Sachsen war lediglich vertreten durch Rechtshandschriften aus dem Städtischen Archiv zu Burg (bei Magdeburg), über die Dr. Fehse berichtete. Aus der Fürstlichen Bibliothek zu Wernigerode beschrieb Dr. Brodführer in Harzburg eine interessante Sammelhandschrift, die neben medicinischem Hauptinhalt auch allerlei deutsche Versfabeln und lateinische Vagantenlieder enthält (meist schon publiciert); ferner spätmittelalterliche Übersetzungsliteratur (Hartliebs Alexander; Albertus Magnus 'De secretis mulierum'; das judenfeindliche Samuelsbuch; Benedictinerregel; altes Testament). — Dr. Stephan prüfte 83 lateinische Fragmente der Fürstlich Schwarzburgischen Landesbiblio-

thek in Sondershausen durch: weit überwiegend lateinisches Gut; doch war auch ein mitteldeutscher Tractat über Frauensitte und ein deutscher Psalter des 15. Jahrhunderts darunter.

In Kassel setzte Dr. Legband die Beschreibung Maroldscher Handschriften fort: ein Jesus Sirach (1595), die Bücher Salomons, ein Psalter (1594), die Grisilla (nach Boccaccio) in Achtsilblern (1622) wurden verzeichnet. — Dr. Ludwig Schäfer fand in Büdingen auf angehefteten Blättern eines Bibeldrucks von 1578 lateinische Hymnen; in Alsfeld durchsuchte er die Schätze des Museums und des Rats- und Stadtarchivs, aus dem die bekannte Dirigierrolle und die Luciferrolle des Passionsspiels beschrieben wurde. — Aus der Bischöflichen Seminarbibliothek zu Mainz zog Archivar Dr. Behrend einige Lavater betreffende Handschriften heran.

Aus dem ergiebigen Städtischen Archiv zu Cöln brachte Dr. Neukirchen diesmal vor allem die umfängliche Beschreibung einer lateinischen Compilation des Frater Joa. Boutzbagius Piemontanus (d. h. aus Miltenberg), die bald nach 1514 entstanden sein muß; sehr ergiebig für das Kloster- und Universitätsleben der Zeit und reich an lateinischen Dichtungen von deutschen Gelehrten und an Lobsprüchen auf sie (z. B. Tritheim, Herm. Busch u. a.). — Aus dem Düsseldorfer Kunstgewerbemuseum, das seine Handschriften dem Benedictinerfrauenkloster Cortenbergh verdankt, wurden von Dr. Reuter mehrere niederfränkische geistliche Stücke aufgenommen (so Auszüge aus Seuses 'Horologium aeternae sapientiae'). — Nachforschungen von Dr. Pongs in Märkisch-Gladbach blieben fruchtlos. — In Essen besuchte Dr. Münzlinger das Archiv der Münsterkirche, das Codices aus dem Beguinenconvent zu Kettwig besitzt: es ergaben sich ein niederdeutsches Brandanfragment (dem Leipziger Text Carl Schröders ähnlich), ein niederdeutsches Leben Jesu, Mönchs- und Sündenspiegel und andere geistliche Erbauungsliteratur, in der auch hier wieder Seuse vertreten ist, der Liebling weiblicher Leser. — Die Bibliothek des Bergischen Geschichtsvereins zu Elberfeld bot Dr. Niewöhner einige neuere Abschriften älterer Stücke ohne ernste Bedeutung. — In Hamm sah sich Dr. Weller vergeblich nach altdeutschen Handschriften um.

Dr. Ludwig Schäfer beschrieb auf der Landesbibliothek zu Detmold eine Handschrift von 'Der Naturen Bloeme' Jacobs von Maerlant, auf dem dortigen Landesarchiv Hymnenfragmente aus Klostermeiers Nachlaß, sowie Briefschaften des 17. Jahrhunderts, die auch Verse enthalten; auf der Fürstlichen Gymnasialbibliothek zu Lemgo einen Sammelband des 15. Jahrhunderts, zusammengestellt aus Wiegendrucken und Papierhandschriften, der namentlich lateinische Tractate vereinigt (z. B. Ars moriendi, Historia de beato Carolo, Speculum peccatorum usw.). Das Freiherrlich von

Kerstenbrocksche Archiv zu Barntrup (Lippe) bot ihm Familienbriefe aus dem Ende des 16. und aus dem 17. Jahrhundert. — Das Museum zu Rinteln birgt in seinem Dingelstedtzimmer allerlei jugendliche Verse und Predigten des Dichters, die Dr. Schäfer vermerkte. — Das Landschaftsarchiv zu Nienburg a. d. Weser gab nichts von Belang her.

Auch im vergangenen Jahre wurde Oberlehrer Dr. Brill von seiner vorgesetzten Behörde eine erhebliche Entlastung gewährt, die ihm beträchtliche Fortschritte in der Aufnahme der Handschriften Hannovers ermöglichte. Eine große medicinische Handschrift des 14. Jahrhunderts enthielt neben Recepten und technischen Anweisungen aller Art auch einige Sagen und einen deutschen kleinen Lapidarius in Reimen; alchymistische und astronomische Tractate, Excerpte, Verse traten dem Beschreiber mehrfach entgegen; in mittelniederländischer Übersetzung waren vorhanden Richard v. Fournivals Bestiaire d'amour und Jean de Courteruisses Quatre Vertus. Aus dem 16. Jahrhundert waren die Carmina Lucae Fruterii Brugensis, sowie alphabetisch geordnete Excerpte aus einer bayerischen Kanzlei mit Versen aufzunehmen; im 17. Jahrhundert, das auch durch deutsche Verse ('Der untreue Schäfer') vertreten ist, dominiert Leibniz und sein Kreis: da finden sich die 'Unvorgreifflichen Gedanken' in 3 Handschriften; aus Eckharts Papieren eine Abschrift der Wiener Notkerpsalmen durch M. Hagen von Gandersheim; eine reiche Zettelsammlung Eckharts für die von ihm geplante 'Geschichte der deutschen Poesie' bis auf Opitz (darin das bisher kaum beachtete Stilhörner Lied), sowie Vorarbeiten zu Ammerlingks Dissertation 'De carminibus veterum Germanorum' (1698). — Die Schätze der Lüneburger Stadtbibliothek begann Hr. Gleitsmann für uns zu heben. Die geistliche niederdeutsche Prosa, meist Übersetzungen, überwog natürlich (Speculum humanae salvationis, Evangelium Nicodemi, Evangeliar, Postille, Gebete); doch wurden auch niederdeutsche Gedichte über Sibillen Weissagung und die Apokalypse verzeichnet. Von weltlicher Literatur hat Gleitsmann berücksichtigt eine niederdeutsche Lüneburger Chronik (mit Versen) und eine schon von Borchling beachtete niederdeutsche Reisebeschreibung aus dem Jahre 1547, die von Lüneburg bis Orleans führt. Die beiden Prosahistorien von Troja und von Accon sind hochdeutsch verfaßt.

Weitaus am reichsten sind auch in diesem Jahre Prof. Henricis Beiträge geflossen, der nun schon volle zehn Jahre an die Handschrifteninventarisation mit reichem Ertrag seine beste Kraft setzt, und der uns auch in diesen Kriegsmonden nicht untreu geworden ist, obgleich er, ein Kämpfer von 1870, ein gutes Teil seiner Zeit der Vorbereitung deutscher Jugend zur Wehrtüchtigkeit gewidmet hat. Wolfenbüttels Helmstedter Handschriften ergaben diesmal nichts Wesentliches: wieder Unsummen niederdeutscher und lateinischer Gebete, Sprüche, Tractate

(z. B. Engelhus' 'Ars moriendi'); auch niederdeutsche erbauliche Reimprosa fehlte nicht, und die Barbarolexis kam wie in früheren Jahren ausgiebig zu ihrem Rechte, wie sich denn auch öfters deutsche Reime mitten in lateinische Handschriften stahlen.

In Hamburg beanspruchen diesmal Handschriften des 16. und 17. Jahrhunderts das Hauptinteresse. Dem späten Mittelalter gehören von deutschen Texten außer zahllosen anonymen Erbauungsbüchern und geistlichen Sammlungen vornehmlich an: die geistlichen Tractate des Karthäusers Leop. Krauter, die im 17. Jahrhundert aus einer alten Straßburger Handschrift abgeschrieben wurden; ein Hamburger Stadtrecht von 1497; ein Bruchstück einer niederdeutschen Osterdichtung, wie auch andere niederdeutsche Kleinigkeiten: Reimsprüche, geistliche Betrachtungen und dergleichen; zu geschweigen von zahlreichen Abschriften alter Codices, die im 17. Jahrhundert angefertigt wurden (Köditz, Leben des Landgrafen Ludwig; namentlich Mystiker). Aus ebenso junger Zeit stammen niederdeutsche Sachen: ein Gespräch zwischen dem Menschen und dem göttlichen Glück, Dialoge zwischen Peter und Jan, eine Kinderzucht, ein Jungfrauenspiegel aus Kloster Nazareth in Geldern. Endlich ist neben dem Hamburger Fragment des Waltharius und den metrischen lateinischen Sprüchen, die zum Teil von dem Erfurter Theologen Jacob von Jüterbog herrühren, vor allem auch eine große Handschrift mit lateinischer Erzählungsprosa hervorzuheben, die bei allem Übergewicht der Legende doch auch der weltlichen Anekdote und Novelle sich streckenweise nähert. Diese Mischung bezeichnet auch die Sphäre der Lutherschen Tischreden, der mehrere Hamburger Sammelhandschriften (um 1550) recht nahestehen, wenn sie auch auf Aurifaber und Lauterbach in keiner Weise zurückführen. Es wimmelt aus Zeit und Kreisen der Reformation von Epigrammen, Eteostichen, Zeitgedichten, Sprüchen und polemischen Geschichtchen, die sich etwa über die päpstliche Unfehlbarkeit aufhalten. Von Joh. Arnds Hand liegen Kopien der deutschen Theologie und der Staupitzschen Schrift 'Von der Holdseligen Liebe Gottes' vor. Bemerkenswert sind die zahlreichen Vaticinia (z. B. von Paulus Secundus) und ihre Widerlegungen, die z. T. schon in die mystische Bewegung des 17. Jahrhunderts hineingreifen. Aus ihr steht Daniel Sudermann voran, der mit eigenen Versen, namentlich aber mit ungezählten Abschriften in Hamburg reich vertreten ist. Streitgedichte gegen Böhme und gegen Valentin Weigel, Predigten Kalteisens, ein Betbüchlein Adolf Heltens (1651), ferner Dichtungen von Friedr. Heinr. Hoyer (um 1680), von H. A. Behr (1664), eine alchymistische Dichtung, und andere anonyme Versstücke, ein satirischer Versuch 'Berlinische Arrestgedanken' von Christian Demokritus, die niederländischen Gedichte von Regnier Telles seien schnell erwähnt, ebenso ein 'Geistlicher Raufthandel'; eine Passionsharmonie der Zeit ist mit Kirchen-

liedern gespickt und dadurch von Interesse. Mit Versen sind auch Wolfgang Camerschreibers theologische Schriften geschmückt. Zur weltlichen Prosa der Zeit gehören die Wundergeschichte von Joh. Beer im Zobtenberge (nach 1600) und die Reiseberichte des Schwenkfelder Arztes Samuel Ysenmenger von Bretten. Endlich sei noch verwiesen auf die großen Uffenbachschen Autographensammlungen, die freilich mehr Citate aus antiken Schriftstellern als eigene Dichtung des Eintragenden bringen.

Ganz schwach ist diesmal natürlich das Ausland vertreten. Doch hat Dr. Kurt Matthäi die schon von Kalla behandelte Liederhandschrift aus dem Haag ausführlich dargestellt.

Die Gesamtzahl aller Beschreibungen, die für das Archiv bisher geliefert worden sind, beträgt jetzt 8711.

An den Verzettelungsarbeiten beteiligten sich unter Leitung des Archivars: stud. Böttcher, Dr. Buske, stud. Georgi, stud. Gleitsmann, stud. Hellmann, stud. Kruse, Dr. Jacobsohn, stud. Peters, stud. Schochow und Dr. Stephan. Mit Ausnahme des letzteren und des im Juni verstorbenen Georgi sind jetzt alle im Kriege als Soldaten oder bei der freiwilligen Krankenpflege tätig. Die Zettelzahl wurde um 30000 vermehrt.

Wie in den Jahren zuvor leitete Dr. Behrend auch einige jüngere Philologen bei der Handschriftenbeschreibung an; es waren dies: stud. Böttcher, stud. Gleitsmann, Dr. Jacobsohn, cand. Morsbach und Dr. Stecher. Bei den Ordnungsarbeiten wirkten mit stud. Georgi, stud. Gleitsmanm, Kruse, Frl. Ludwig und Frl. Volkmann.

Für den Katalog des gedruckten Handschriftenmaterials arbeitete der Archivar eine Reihe von Zeitschriften aus der Frühzeit der Germanistik durch.

Auskünfte wurden, auch in der zweiten Hälfte des Jahres, erbeten und erteilt.

Die beabsichtigte Verstärkung der Bibliothek mußte hinausgeschoben werden.

Von den **'Deutschen Texten des Mittelalters'**, bei deren Leitung Hr. Roethe auch in diesem Jahre durch Hrn. Privatdocenten Dr. Arthur Hübner ausgiebig unterstützt wurde, hat Bd. XXII: 'Das Väterbuch, aus der Leipziger Handschrift mit Ergänzungen aus der Hildesheimer und Straßburger Handschrift herausgegeben von Karl Reissenberger' endlich seinen Abschluß gefunden. Auch Bd. XX: 'Rudolfs von Ems Weltchronik, aus der Wernigeroder Handschrift herausgegeben von Gustav Ehrismann', Bd. XXV: 'Die Pilgerfahrt des träumenden Mönches, aus der Berleburger Handschrift herausgegeben von Alois Bömer' und Bd. XXVIII: 'Lucidarius, aus der Berliner

Pergamenthandschrift herausgegeben von FELIX HEIDLAUF' stehen nahe vor der Vollendung des Satzes. Dagegen wurde der Fortgang des schwierigen Bandes XXVI: 'Das alemannische Gedicht von Johannes dem Täufer und Maria Magdalena, aus der Wiener und Karlsruher Handschrift herausgegeben von HEINRICH ADRIAN', dadurch wesentlich aufgehalten, daß der Herausgeber mit Beginn des Krieges zu den Fahnen berufen wurde; Erkrankung hat ihn freilich bald wieder heimgeführt, aber zugleich an voller Rückkehr zur wissenschaftlichen Arbeit bisher behindert. Auch Bd. XXVII: 'Das Marienleben des Schweizers Wernher, aus der Heidelberger Handschrift herausgegeben von MAX PÄPKE' ist nur wenig gefördert worden. Der Satz von Bd. XXIX: 'Der Trojanische Krieg, aus der Göttweicher Handschrift herausgegeben von ALFRED KOPPITZ' hat begonnen.

Über die **Wieland-Ausgabe** berichtet Hr. SEUFFERT: 'Die Vollendung von Bd. 4 und 10 der 1. Abteilung ist nähergerückt, die Vorbereitung von Bd. 17 fortgeschritten. Der Krieg hemmte in jeder Weise, auch durch die Schwierigkeit der Benutzung auswärtiger Bibliotheken.'

Die längst geplante kritische Ausgabe der Werke Hamanns wurde mit den HH. UNGER in München, WARDA und BÄSECKE in Königsberg i. Pr. erörtert; doch hat der Krieg auch da entscheidende Beschlüsse verhindert. Das gleiche gilt von einer Jean-Paul-Ausgabe, die, von Prof. PETERSEN in Basel und Dr. BEREND in München ins Auge gefaßt, sich den akademischen Plänen gut einordnen würde; auch dafür wird eine ruhigere Zeit abzuwarten sein.

Am 25. Januar 1914 fand in Berlin eine Besprechung über die Dialektwörterbücher der Akademie statt, an der außer den sämtlichen Mitgliedern der Deutschen Kommission die HH. Oberlehrer Dr. Jos. MÜLLER in Bonn, Prof. Dr. WREDE in Marburg und Oberlehrer Privatdocent Dr. ZIESEMER in Königsberg i. Pr. teilnahmen. Sie ging aus von der Überzeugung, daß für diese Dialektwörterbücher bei aller Freiheit der Bewegung doch eine gewisse Gleichmäßigkeit der Anlage wünschenswert, ja notwendig sei. In der dreistündigen Verhandlung wurden Umfang, Stoffauswahl und -begrenzung, Behandlung der Synonymik, der Laut- und Wortgeographie, der Etymologie, der Orts-

namen, des historischen Sprachmaterials, der Realien, Anordnung, Druckeinrichtung und -ausstattung, Honorierung, Werbetätigkeit und vieles Andere recht anregend durchgesprochen, und es kam zu einer vollen Einhelligkeit, die den Dialektarbeiten der Akademie künftig von großem Nutzen sein wird.

Am 15. März 1914 tagte dann zu Bonn der erweiterte Ausschuß für das 'Rheinische Wörterbuch', dem als Vertreter der Deutschen Commission die HH. Heusler und Roethe, als Vertreter der Gesellschaft für Rheinische Geschichtskunde die HH. Hansen (Cöln) und Ilgen (Düsseldorf) angehörten; ferner waren Hr. Prof. Meiszner in Bonn sowie die HH. Dr. Müller (Bonn), Dr. Trense (Rheydt), Dr. Wrede (Cöln), Dr. Frings (Bonn) zur Teilnahme geladen. Die Ergebnisse der obenerwähnten Berliner Conferenz wurden auch von den Vertretern der Rheinischen Gesellschaft gutgeheißen. An Stelle des verstorbenen Hrn. Franck wird diese Hrn. Meiszner als ihren Vertreter in den Ausschuß entsenden; er soll künftig auch den Vorsitz des Ausschusses übernehmen. Die HH. Müller und Trense sollen als stimmfähige Ausschußmitglieder cooptiert, die unmittelbare Leitung des Wörterbuchs einem engeren Dreimännerausschuß anvertraut werden, dem die HH. Meiszner, Müller, Trense angehören. Das Wörterbucharchiv wird Hr. Müller leiten; Hr. Frings wird die Ausarbeitung einer rheinischen Grammatik übernehmen und in Fühlung mit dem 'Sprachatlas des Deutschen Reichs', mit dem er aus eigener Mitarbeit gut vertraut ist, auch die kartographische Darstellung der Wort- und Lautgrenzen fördern.

Diese Beschlüsse sind, soweit sie der Bestätigung bedurften, von Akademie und Gesellschaft genehmigt und dadurch definitiv geworden. Doch hat sich die Neuordnung noch nicht erproben können: der Leiter des weiteren und engeren Ausschusses, Hr. Meiszner, steht im Felde; Hr. Trense ist als Kriegsfreiwilliger in das Nachrichtenbureau des Generalkommandos des VIII. Korps in Kaldenkirchen eingetreten. Auch die Verhandlungen über Verleger und Druckeinrichtung, die schon kräftig eingesetzt hatten, wurden des Krieges wegen vertagt, der die Hoffnung, eine erste Lieferung schon zum Jubiläum der Rheinprovinz herausgeben zu können, glatt abgeschnitten hat.

Die Bemühungen, auch in Hessen-Nassau und in Ost- und Westpreußen eine ähnliche financielle und tätige Mithilfe der Provinzen an den ihnen gewidmeten Idioticis zu erreichen, wie sie materiell und ideell dem 'Rheinischen Wörterbuche' seit Jahren zugute kommt, haben im vergangenen Jahre noch zu keinem vollen, aber doch zu sehr erfreulichen Erfolgen geführt. Der Provinzialverband von Ostpreußen, in dem sich Hr. Landesdirector von Berg für das Preußische Wörterbuch interessierte, und der Bezirksverband von Nassau, wo Hr. Landes-

director Krekel für die Sache des Hessen-Nassauischen Idiotikons eintrat, haben die erbetenen Beiträge bewilligt, während Westpreußen und Hessen noch keine Zusagen erteilt haben. Der Ausbruch des Krieges hat natürlich diesen Verhandlungen vorläufig ein Ende gemacht; wir dürfen aber wohl hoffen, daß nach ehrenvollem Frieden die im Kriege bewußter gewordene Heimatliebe unseren Dialektwörterbüchern gesteigerte Teilnahme und Hilfsbereitschaft auch da gewinnen wird, wo bisher die positive Unterstützung noch fehlt.

Über die Arbeit am **'Rheinischen Wörterbuch'** berichtete Hr. Dr. Josef Müller:

'Im Berichtsjahre gelangten zur Ausgabe die Fragebogen 23—25, deren Beantwortung vor allem die rheinischen Lehrerseminare mit nie erlahmendem Eifer besorgten.

Der Bestand an Zetteln, der bis Januar 1914 die Zahl 80000 erreicht hatte, hat sich im Berichtsjahr um rund 220000 auf rund 900000 vermehrt. An Urkundenbüchern, Chroniken, Zeitschriften, ortsgeschichtlicher und neumundartlicher Literatur wurden 295 Bände ausgezettelt, im ganzen bis jetzt 1275 Bände; darunter sind nun auch Drucke des 15. 16. Jahrhunderts zahlreicher vertreten als früher.

Von unseren Mitarbeitern steigerten im abgelaufenen Berichtsjahre wiederum eine beträchtliche Anzahl ihre Sammlungen zum Umfange von Ortsidiotiken: die HH. Pfarrer Kilburg in Geichlingen, Oberlehrer Schorr in Urmitz (besonders für die Rheinschiffersprache), Dr. Kricker in Anrath, Kitz in Mülfort, Vennen in Rheindahlen, Lauterjung in Solingen, Veltjens in Crefeld, Raaff in Eupen, Viess in Winden, Verbeek in Straelen, Haas in Cleve, Rader in Leichlingen, Beines in M.-Gladbach, Rankerz in Hinsbeck, Bollenrath in Hellental, Prof. Komp in Großbüllesheim, Lehrer Keller in Burbach, Speth in Enkirch, Weyers in Walberberg, Weiler in Polch, Heuft in Trimbs, Treibs in Oberstein, Becker in Fußhollen, die Frauen Hartmann in Wipperfürth, Cösters in St. Peter, Müller-Thiel in Gummersbach. Zu besonderm Danke sind wir verpflichtet Hrn. Rechnungsrat Schollen in Aachen, der uns sein neues Werk über Aachener Sprichwörter und Redensarten (die umfassendste rheinische Sammlung dieser Art) in zwei Exemplaren überließ und der die Ausdrücke der Handwerkersprache und der Aachener Industrie erschöpfend für uns sammelte; dann auch Hrn. Prof. Schmitz in Dülken, der sein druckfertiges Wörterbuch der Crefelder Mundart uns überließ. Hr. Direktor Diederichs übergab uns sein Exemplar von Woestes Wörterbuch der westfälischen

Mundart, in das er die Entsprechungen seiner Heimatsmundart Remscheid eingetragen hatte. Hr. Eisenbahnsecretär Focht in Saarbrücken, allen Trierern als bester Kenner ihrer Mundart bekannt, ist fleißig damit beschäftigt, die Trierer Mundart lexikalisch zu bearbeiten, und so können wir hoffen, daß diese wichtige Mundart doch noch genügend vertreten sein wird, wenn auch der Verein 'Trierisch' weiterhin mit der Herausgabe des Wörterbuchs der Trierer Mundart zögern sollte. Die Einlieferung der übrigen zahlreichen Mitarbeiter, die sich mit gelegentlichen Aufzeichnungen begnügen, war bis zum Ausbruch des Krieges so zahlreich, daß noch ein Jahr bis zur Verzettelung dieses Stoffes vergehen wird. Die nachträglichen Beantwortungen der Fragebogen 1—22 erreichten die stattliche Zahl von 2000 Bogen; ihre Auszettelung konnte noch nicht begonnen werden. Seit Ausbruch des Krieges stockt freilich die Mitarbeit fast völlig. Mit besonderem Danke müssen wir hervorheben, daß die HH. Schmitzius in Cröv und Düms in Wesel noch vor ihrem Einrücken ins Feld des Heimatswerkes gedachten und ihre letzte Sammlung uns zusandten.

Von dem Wunsche erfüllt, jeden rheinischen Ort durch einen Beitrag im Werke vertreten zu sehen, wandten wir uns einige Wochen vor Kriegsausbruch an die Lehrervereine und an die Kreisschulinspectoren besonders, mit der Bitte, ihrerseits bei diesem Ziele mitzuwirken. Freudige Zustimmung fanden wir bei den HH. Kreisschulinspectoren Dr. Heidingsfeld in Mülheim-Ruhr, Dr. Stork in Düsseldorf, Dr. Bielefeld in Solingen, Dr. Mathien in Crefeld, Dr. Conradi in Siegburg; sie konnten zum Teil schon bemerkenswerte Sammlungen ihrer Lehrer uns übersenden. Aus allen Orten ihres Aufsichtsbezirkes konnten die HH. Schulrat Hermanns in Coblenz, Schieffer in Prüm, Dr. Loos in Kempen zum Teil recht belangreiche Beiträge uns übermitteln. So sind also die Kreise Coblenz, Prüm, Kempen Ort für Ort jetzt schon vertreten. Die übrigen HH. Kreisschulinspectoren hat der Ausbruch des Krieges bis jetzt gehindert, für uns wirksam zu sein; doch hoffen wir zuversichtlich, daß auch sie ihre Hilfe dem nationalen Werke nicht vorenthalten werden.

Im Personalbestande der Geschäftsstelle des Wörterbuchs fanden im Berichtsjahr folgende Veränderungen statt. Am 15. Juni trat der Assistent Hr. Dr. Hanenberg aus, bis zum 1. September blieb die Stelle unbesetzt; dann wurde Hr. Bibliothekar Pottmeyer, Flüchtling aus Antwerpen, angenommen, der aber nach dem Falle von Antwerpen seine alte Stelle wieder antrat. Seit dem 1. October ist Hr. Beyer Assistent, Secretärin Frau Astemer. Hr. stud. phil. Grütters trat als Kriegsfreiwilliger ins Heer ein. Außer Hrn. Beyer und Frau Astemer sind am Wörterbuch noch tätig: Hr. Astemer, Frl. Hünten, Frl. Steitz, Frl. Nobis.'

Über den Fortgang der Arbeiten am '**Hessen-Nassauischen Wörterbuch**' berichtet Prof. Ferd. Wrede in Marburg das Folgende:

'Bis zum Ausbruch des Krieges ist die Sammeltätigkeit in allen Gebieten des Wörterbuchbezirkes lebhaft und ergebnisreich gewesen, so daß die Zahl der Zettel sich von 50000 im Vorjahre auf 80000 erhöht hat, wobei jedoch die Ergebnisse der Fragebogen nicht mitgerechnet sind. Zu den eifrigen Helfern und Sammlern, die die früheren Berichte nannten und die auch im verflossenen Jahr uns treu blieben, kamen weitere 80 Namen. Von ihnen seien genannt die HH. stud. Aulmann (1350 Zettel über Buch bei Nastätten), Gebrüder Bastian in Fronhausen (210 Zettel), Amtsrichter v. Baumbach ebd., Rector Bilz in Cassel (200 Zettel für Kr. Gelnhausen), Lehrer Blad (200, Oberlahnkreis), Oberlehrer Canstein in Dillenburg (200 für Kr. Biedenkopf), Lehrer Damm aus Reddighausen ebd., Redacteur Diefenbach in Wiesbaden (Sprichwörtersammlung aus Nassau), Geheimrat Prof. Diels in Berlin (für Wiesbaden), Lehrer Dirlam in Lauterbach (zwei dicke und engbeschriebene Bände eines Wörterbuchs der Mundart von Röthges bei Gießen), stud. Fabel in Krofdorf (500 Zettel), Prof. Fenge in Potsdam (100 für Felsberg), stud. Fischer in Wolferode (250), Kaufmann Fleck in Kohden bei Nidda (1100), Lehrer Goldbach (250 für Marbach bei Fulda), Lehrer Hack (300 für Petersberg bei Fulda), Lehrer Helwig (220, Taunus), Lehrer Henrich (unser Hauptsammler für den hohen Westerwald), Lehrer Hies (200, Oberlahnkreis), Frau Hirschmann in Höhr (Ausdrücke aus der Tonindustrie, eigne mundartliche Dichtungen in Manuscript), Cantor Hollstein (Kr. Witzenhausen), Kunstmaler Iller in Salzschlirf, Redakteur Kalbfleisch in Gelnhausen, Mittelschullehrer Kappus in Wiesbaden (500 Zettel, Pflanzen- und Tiernamen, Fremdwörter), Rector Killmer in Großalmerode (500), Gemeinderechner Klöckner (340, Westerwald), Oberassistent Kreuter in Frankfurt (2500 für Gelnhausen), Kreisschulinspector List in Rinteln (der fast alle Lehrer und Pfarrer seines Bezirkes gewonnen hat), cand. Michel in Gelnhausen (500 Zettel), Rektor Rau in Traben-Trarbach (300 für Kr. Wetzlar), Rektor Schilgen in Cronberg (Hauptmittelsmann im Taunus), Prof. Schlitt-Dittrich in Fulda, Lehrer Schuster in Frankfurt (470, Dillkreis), Lehrer Schwehn (100, desgl.), Oberactuar Stein in Friedberg (Zeitungsaufsätze und 250 Zettel für die Wetterau), Lehrer Weber in Reuters (800 für den Vogelsberg), Superintendent Wolff in Cassel (Nachträge zu Vilmar), Frau Lehrer Zölzer und Tochter in Buchenau (200 Zettel). Ferner hat Hr. stud. Deidert die Auszettelung eines alten handschriftlichen Idiotikon Fuldense von Schwank vollendet. Aus dem Nachlaß des Dialektschriftstellers Berlenbach wurden uns von seiner Schwester 41 »Westerwälder Geschichten« im Manuscript zur Verfügung

gestellt. Gesammelt wurde außerdem unter hilfsbereiter Leitung der Directoren und Lehrer an allen Seminaren des Wörterbuchbezirkes, wenn auch gerade hier der Krieg die oberen Jahrgänge stark gelichtet und damit die Ablieferung des Materials verzögert hat; doch ist die schon im vorigen Bericht in Aussicht gestellte reiche Sammlung von Frankenberg durch Hrn. Seminarlehrer Scholz eingelaufen. Auch an manchen höheren Schulen waren die oberen Klassen am Werk: unter ihnen seien das Realprogymnasium in Biedenkopf und die Gymnasien in Dillenburg, Fulda, Montabaur hervorgehoben. Schließlich seien auch interessante Versuche erwähnt, die die HH. Lehrer Freund in Schwarzenfels (Kr. Schlüchtern), Henrich in Borod (Westerwald), Winter in Fritzlar, Schaub in Haddamar (Kr. Fritzlar) mit Schüleraufsätzen in der Mundart anstellten, wodurch manches unerwartete Sprachmaterial für das Wörterbuch gewonnen wurde. Allen diesen Helfern sei hier herzlichst gedankt, nicht minder allen denen, die nicht mit aufgezählt werden konnten. Sind doch manche darunter, die selbst draußen im Schützengraben das Wörterbuch nicht vergessen oder die als Verwundete im Lazarett alsbald ihre Sammlungen wiederaufgenommen haben.

Die Werbetätigkeit bestand im Berichtsjahr weniger in Vorträgen (ich sprach in Montabaur, Dr. Corell in Ziegenhain) als in der Versendung einer Broschüre über Plan und Ziele des Wörterbuchs, vieler Prospecte, Musterzettel usw. Zur Zeit befinden sich noch 12000 ausgesandte Zettel draußen im Lande. Auch der stets bereiten und wirkungsvollen Hilfe der Presse sei mit Dank gedacht. Dazu kam dann im Sommer der erste Fragebogen, von dem bis jetzt 800 ausgefüllte Exemplare eingelaufen sind; etwa ebenso viele stehen noch aus und werden durch den Krieg verzögert.

Der Inhalt dieser Fragebogen ist nicht verzettelt, sondern in großen Wortkarten zur Darstellung gebracht worden, deren bisher etwa 20 durch Hrn. Dr. Freiling fertiggestellt sind und eine ebenso reiche wie vielfach überraschende Belehrung bieten; die einstigen Wörterbuchartikel aber werden sich nach diesen Karten leichter schreiben lassen als nach Hunderten von Zetteln. Von dem Stichwörterverzeichnis, das im vorjährigen Bericht erwähnt wurde, ist etwa ein Fünftel im ersten Entwurf fertiggestellt. Mit der Auszettelung gedruckter historischer Quellen war besonders Hr. Dr. Corell beschäftigt. Daneben sind wertvolle Einsendungen aus ungedruckten Archivalien durch die Herren vom Königlichen Staatsarchiv in Marburg dankbar zu verzeichnen.

Als Assistenten waren tätig während des ganzen Berichtsjahres Hr. Dr. Kroh, während fünf Monaten Hr. Dr. Freiling. Außerdem waren bis zum Kriegsausbruch Hr. Dr. Corell, während des Sommersemesters die HH. stud. Fischer, Freund, Schwing, Witzel stundenweise beschäf-

tigt. Ihnen allen sei für ihren Eifer gedankt, ganz besonders Hrn. Kroh, der vielfach unter schwierigen Verhältnissen seine Mitarbeit am Wörterbuch fortgesetzt und mir namentlich einen großen Teil der umfangreichen Correspondenz abgenommen hat. Nach Ausbruch des Krieges blieb er mein einziger Helfer am Ort und hat seitdem mit freudiger Energie und eisernem Fleiß die Dreiteilung seiner Wirksamkeit beim Wörterbuch, Gymnasium und Lazarett durchzuhalten verstanden. Die andern Getreuen stehen draußen vor dem Feinde und kämpfen für den Frieden und den Fortgang unserer Friedensarbeit.'

Hr. Dr. Ziesemer berichtet über das '**Preußische Wörterbuch**' 1914:

'Bis zum Beginn des Krieges machten die Arbeiten am Preußischen Wörterbuch erfreuliche Fortschritte, so daß sich der Zettelapparat erheblich vergrößert hat.

Dem Kgl. Provinzial-Schulcollegium, der Schulabteilung des Magistrats und dem Director der Steindammer Realschule Prof. Dr. Th. Müller bin ich für freundliches Entgegenkommen zu Dank verpflichtet. Der Provinziallandtag der Provinz Ostpreußen hat in seiner Sitzung vom 5. März 1914 eine jährliche Beihilfe von 1500 Mark bewilligt, wofür ihm auch an dieser Stelle Dank gesagt sei. Es wurde im Interesse der Arbeit eine Wörterbuchcommission gebildet, die sich aus den HH. Landeshauptmann von Berg, Geheimrat Prof. Dr. Bezzenberger, Prof. Dr. Baesecke und mir zusammensetzt und im Juli ihre erste Sitzung hielt. Im Mai wurde eine kleine Denkschrift über das Preußische Wörterbuch an alle Seminardirectoren und Kreisschulinspectoren und an alle Zeitungen beider Provinzen versandt; der Erfolg war, daß viele neue Helfer sich meldeten und Beiträge schickten. Auch durch mehrere Vorträge und Reisen gewannen wir neue Mitarbeiter. Hr. Rittergutsbesitzer Franz Treichel in Berlin übergab uns ein 350 Quartblätter umfassendes Manuscript seines verstorbenen Vaters, des Rittergutsbesitzers A. Treichel in Hoch-Paleschken, das ausschließlich Nachträge zu Frischbiers Wörterbuch enthält; ihm sei hier besonders gedankt. Die 'Danziger Neuesten Nachrichten' und das 'Königsberger Tageblatt' übersandten uns in dankenswerter Weise auch in diesem Jahr ihre mundartlichen Artikel. Der dritte Fragebogen wurde von uns im Mai versandt und brachte uns viel neues Material. Mit der Verarbeitung der im Königsberger Staatsarchiv befindlichen Ordensfolianten wurde begonnen; namentlich die 'Schadenbücher der Jahre 1410—1420', in denen die durch die Poleneinfälle verursachten Schäden aufgezählt werden, enthielten manches für uns Wertvolle.

Durch den Ausbruch des Krieges wurde unsere Arbeit jäh unterbrochen. Einige Mitarbeiter aus den gefährdeten Grenzgebieten schickten

schnell ihr bisher gesammeltes Material, um es vor der Vernichtung durch die Russen zu bewahren. Viele aber, besonders im Süden und Osten der Provinz, haben all ihr Hab und Gut im Stich lassen müssen, und viele für das Wörterbuch bereits ausgefüllte Zettel sind dabei ein Opfer der Zerstörung geworden. Nur wenige Mitarbeiter sind in der Lage gewesen, uns auch in den Kriegsmonaten mit neuen Beiträgen zu unterstützen. Als Ende August die Gefahr einer Belagerung Königsbergs drohte, wurden — mit dankenswerter Genehmigung des Hrn. Bibliotheksdirektors Dr. Schultze — unsere handschriftlichen Materialien der größeren Sicherheit wegen der Königlichen und Universitätsbibliothek zu Königsberg übergeben, von wo sie im Ernstfalle nach Berlin befördert werden sollten. Mitte December haben wir in der Zuversicht, daß eine Belagerung unserer Stadt nicht mehr drohe, unsere Materialien zurückerbeten. In den Monaten seit Kriegsausbruch haben wir die Verarbeitung der gedruckten Literatur (von der Ordenszeit bis zur Gegenwart) eifrig gefördert. Solange der Krieg dauert, wird an eine erfolgreiche Aufnahme der gesprochenen Dialekte in den beiden östlichen Provinzen schwer zu denken sein. Der Einfall der Russen in Ostpreußen hat auch unserer Arbeit unabsehbaren Schaden zugefügt. Nicht bloß, daß Tausende von ost- und westpreußischen Männern — und mancher unserer Mitarbeiter unter ihnen — den Tod auf den Schlachtfeldern gefunden haben, hunderttausende haben ihre Heimat verlassen müssen; wann werden sie, wenn sie zurückkehren, in der Lage sein, unsere Wörterbucharbeit zu fördern?'

Das '**Deutsche Wörterbuch**' ist von dem Kriegsausbruch besonders schwer betroffen worden. Sind doch nicht nur der akademische Leiter des Werkes, Hr. Edw. Schröder, sondern auch die Mitarbeiter Dr. Crome, Prof. Dr. Dollmayr, Prof. Dr. Helm, Dr. von Kralik, Dr. Leopold (†), Prof. Dr. Meiszner und Prof. Dr. Rosenhagen teils ins Feld gezogen, teils in andere Kriegsarbeit eingetreten. Trotzdem konnten im vergangenen Jahre immerhin sieben Lieferungen ausgegeben werden:

G = Bd. IV, Abt. I: Lief. 3 des 4. Teils von Prof. Wunderlich, (*gezaunen—geziemen*);
 = » IV 1, » I: Lief. 1 des 6. Teils von Dr. Hübner (*Greander—Grenzförster*);
S = » X, » III: Lief. 1 von Dr. Crome (*Stob—Stoff*);
U = » XI, » III: Lief. 3 von Prof. Euling (*unbequem—unerfreulich*);
V = » XII, » I: Lief. 11 von Dr. Leopold (*Versuch—vertreten*);
W = » XIV, » I: Lief. 3 von Prof. Götze (*Wehtag—Weiche*);
Z = » XVI : Lief. 1 von Prof. Rosenhagen (*Zobel—zu*).

An Stelle des zurückgetretenen Prof. Sütterlin, der übrigens in Bälde noch eine zweite Lieferung drucken lassen wird, ist Hr. Prof. Nohl in Freiburg für die Fortsetzung des Bandes XIV 2 in Aussicht genommen; die Verhandlungen schweben noch.

Über die Tätigkeit der Centralsammelstelle des 'Deutschen Wörterbuches' in Göttingen berichtet ihr Leiter, Hr. Dr. Johannes Lochner:

'Hr. Dr. Frank Fischer, der am 1. Oktober nach einjährigem Urlaub seinen Dienst wieder aufnehmen sollte, trat mit Ausbruch des Krieges als Freiwilliger ins Heer und soll am 10. November in Belgien gefallen sein. Doch steht die amtliche Bestätigung seines Todes noch aus. Für ihn wird inzwischen Hr. A. Vogel als Vertreter weiter diätarisch beschäftigt. — Am 31. Juli verließ uns ferner unsere langjährige Hilfsarbeiterin Frl. Ulrici. An ihre Stelle trat Frl. H. Lüning mit dem 20. Juli.

An Belegen kamen 70000 neu hinzu, wovon 17500 von der Centralsammelstelle selbst. Die zweite Million ist damit um 42000 Belege überschritten.

Die redactionelle Durchsicht der Sammlungen wurde fortgesetzt, wobei etwa 13000 Belege collationiert und umgeschrieben wurden.

An die Mitarbeiter wurden etwa 68000 Zettel versandt, größere Mengen erhielten die HH. Prof. von Bahder, Dr. Crome, Prof. Euling und Prof. Seedorf. Eine große Sendung an Hrn. Dr. Leopold wurde mit Ausbruch des Krieges auf seinen Wunsch zurückgehalten und wird ihn nun leider auch nicht mehr erreichen, da Dr. Leopold am 21. November in den Kämpfen vor Lodz den Tod fand.

Ein Verlust anderer Art droht dem Wörterbuch dadurch, daß Hr. Prof. Dollmayr, der ebenfalls im Felde steht, das gesamte ihm im vorigen Jahr übersandte Material nicht mehr aus Lemberg fortschaffen konnte.

Zu Dank verpflichtet endlich ist die Centralsammelstelle Hrn. Prof. Weissenfels, der an Stelle Prof. E. Schröders ihr mit Rat und Tat freundlich zur Seite steht.'

Forschungen zur neuhochdeutschen Sprach- und Bildungsgeschichte.

Bericht des Hrn. Burdach.

Bei Ausbruch des Krieges hat der Verleger (Weidmannsche Buchhandlung, Berlin), wie auch bei anderen Akademiepublikationen, den Druck der im Satz begonnenen Teile des Werkes *Vom Mittelalter zur Reformation* bis auf weiteres eingestellt und nur den Druck der dem Abschluß nahen Edition des Ackermanns aus Böhmen fortgeführt, deren buchhändlerische Ausgabe aber bis zum Frühjahr verschoben. Anfang

Mai hatte der Berichterstatter in Dr. Gustav Bebermeyer aus Holzminden a. W. einen geeigneten wissenschaftlichen Hilfsarbeiter gefunden. Schon am 1. August trat jedoch der Genannte als Kriegsfreiwilliger unter die Fahnen. Die ihm zugewiesenen Aufgaben übernahm danach vorläufig Dr. Max Voigt aus Berlin. Im Verein mit ihm hat der Berichterstatter die in Vorbereitung befindlichen Arbeiten möglichst gefördert.

Dilthey-Kommission.

Bericht des Hrn. Erdmann.

Die Organisation der Dilthey-Ausgabe wurde im vergangenen Jahre zu Ende geführt, indem für das »Leben Schleiermachers« ein neuer Herausgeber verpflichtet wurde. Von den »Gesammelten Schriften« sind seit dem schon 1913 veröffentlichten zweiten Bande weitere Bände noch nicht erschienen. Indessen wurden die Materialien für Bd. V (»Der Aufbau der geschichtlichen Welt in den Geisteswissenschaften«) und für Bd. VI (»Aus dem handschriftlichen Nachlaß«) durchforscht und das Manuskript für Bd. III (Hegel) druckfertig abgeschlossen.

Orientalische Kommission.

Bericht des Hrn. Eduard Meyer.

Auf dem ägyptologischen Gebiet war durch das Ausscheiden des Hrn. Dévaud die Bearbeitung des Papyrusfundes von Kahun unterbrochen worden. Der Eintritt eines neuen Bearbeiters erlaubte, den bisherigen Plan dieser Arbeit dahin zu erweitern, daß auch die andern geschäftlichen Papyri des Mittleren Reiches und die sehr zahlreichen Privatinschriften dieser Zeit mit herangezogen werden sollten, um so ein ungefähres Bild der wirtschaftlichen Verhältnisse und der Verwaltung dieser großen Epoche des alten Ägyptens zu gewinnen. Mit der Ausführung wurde Hr. Konrad Hoffmann betraut, der das betreffende inschriftliche Material bereits aus einer eigenen Untersuchung kannte und eben jetzt mit einer vorzüglichen Arbeit über die älteren ägyptischen Personennamen promoviert hatte. Er ist an die Aufgabe mit einer Frische und einem Eifer gegangen, die das Beste erwarten ließen. Da hat der Krieg auch diesen Hoffnungen ein jähes Ende bereitet. Hr. Hoffmann, der als Freiwilliger beim Heere eingetreten war, wurde beim Sturm auf Dixmuiden schwer verwundet und ist am 15. November im Lazarett zu Bovekerke seiner Verwundung erlegen.

Hr. Roeder setzte die Veröffentlichung der hieroglyphischen Inschriften der Königlichen Museen fort und förderte sie so, daß in diesem

Jahre zwei Hefte erscheinen konnten. Hrn. G. Möller wurde für eine Reise nach Paris zur Bearbeitung von griechisch-koptischen Zaubertexten eine Unterstützung gewährt und ihm sodann für die Sammlung und Bearbeitung der für die spätere Gestaltung der Sprache sehr wichtigen Eigennamen der Mumienetiketten eine größere Summe bewilligt. Er hat die Arbeit begonnen und die Museen von Straßburg, Leiden, London, Liverpool, Manchester und Tamworth besucht; die Fortsetzung des Unternehmens mußte infolge des Ausbruchs des Krieges, der die ausländischen Museen für uns unzugänglich macht, einstweilen aufgegeben werden. Hrn. Grapows lexikalische Arbeiten führten ihn diesmal zugleich zu zwei grammatischen Untersuchungen, von denen die eine, über die Wortbildungen mit einem Präfix *m*-, in den Abhandlungen der Akademie erschienen ist. Die andere, noch nicht abgeschlossene, prüft unsere Rekonstruktion des ägyptischen Verbums an einem dazu besonders geeigneten Objekt, dem Verbum *mrj* »lieben«; es zeigt sich, daß der grammatische Bau hier doch komplizierter sein muß, als wir bisher gewöhnlich annahmen, eine Beobachtung, die sich uns auch sonst bei den Arbeiten am ägyptischen Wörterbuch aufdrängt. Zu besonderem Dank sind wir Hrn. H. O. Lange in Kopenhagen verpflichtet, der Hrn. Hoffmanns Arbeiten durch Überlassung von Photographien der Kairiner »Hofrechnungen« unterstützte.

Auf assyriologischem Gebiet hat Hr. Otto Schroeder die Autographie der in akkadischer Sprache abgefaßten Briefe von Tell el Amarna (Text 1—189) abgeschlossen. Der erste Teil (Text 1—82) ist als Heft XI der »Vorderasiatischen Schriftdenkmäler« Teil I im vorigen Sommer ausgegeben; der zweite Teil (Text 83—189) wird in kürzester Frist erscheinen. Die hier nicht aufgenommenen mythologischen Texte, Listen und Briefe in der Mitanni- und der Arzawasprache (Text 190—201) sollen als Heft XII erscheinen und sind zum Teil schon autographiert; darin werden als Nr. 191 und 192 auch die beiden bei der letztjährigen Ausgrabung der Deutschen Orientgesellschaft (vgl. deren »Mitteilungen« Heft 55) gefundenen Texte aufgenommen werden. Ob es möglich sein wird, auch die in Angriff genommene Zeichenliste der Amarnaschrift noch während des Krieges zum Abschluß zu bringen, muß dahingestellt bleiben.

Die Kopierung und Bearbeitung der Texte aus Assur wurde von den HH. Ebeling und Pick erfolgreich weiter fortgesetzt. Hrn. Ebelings Publikation des zweiten Heftes der Assurtexte, welches Beschwörungen enthält (Heft I, geschichtliche Texte enthaltend, ist schon früher von Messerschmidt veröffentlicht worden), wird binnen kurzem erscheinen; die Drucklegung des dritten Heftes ist begonnen, die Fertigstellung des vierten Heftes, das eine Anzahl sehr wichtiger Texte (*Ira*-

Mythen, Taf. 6 von *Enuma eliš* u. a.) bringen wird, ist für das nächste Jahr in Aussicht genommen. Hr. Pick hat seine Abschriften der Syllabare, Wörterlisten u. a. nochmals revidiert und mit der Reinschrift begonnen. Dadurch, daß ihm erst in letzter Zeit eine Anzahl größerer und schwieriger Tafeln zugänglich wurde, ist der Abschluß des Heftes verzögert worden; voraussichtlich wird es aber im Herbst 1915 erscheinen können.

Das erste, von dem gegen Ende des vorigen Jahres ausgeschiedenen Hrn. Figulla bearbeitete Heft der Altbabylonischen Verträge ist inzwischen als Heft XIII der Vorderasiatischen Schriftdenkmäler aus den Königlichen Museen erschienen. Die Fortführung dieser Publikation hat Hr. Kinscherf übernommen und bis zu seiner Einziehung zum Heere eifrig gefördert.

Von den Tafeln aus Boghazkiöi hat Hr. Weidner sämtliche Vokabulare druckfertig abgeschrieben. Mit seinem Ausscheiden im September mußte indessen die Arbeit unterbrochen werden, und ein Heft kann noch nicht ausgegeben werden.

Auf dem Gebiete der zentralasiatischen Funde führten die HH. Sieg und Siegling die Bearbeitung der Handschriftenreste in tocharischer Sprache fort. Nach Fertigstellung des Manuskriptes der Texte konnte mit dem Drucke begonnen werden, und 15 Bogen, etwa die Hälfte, liegen bereits gedruckt vor. Daneben wurde die lexikalische Verarbeitung dieser Texte zu einem ausführlichen Glossar begonnen.

Die literarischen Ergebnisse der im Frühjahre zurückgekehrten vierten ostturkistanischen Expedition des Hrn. von Le Coq wurden einer ersten Sichtung unterworfen, und aus diesem, sowie auch noch aus dem Material der früheren Expeditionen konnten verschiedene Handschriftenreste in Sanskrit zur Förderung des Verständnisses der tocharischen Sprache mit Erfolg verwendet werden.

Hr. H. Jansen setzte die Verzettelung des mittelpersischen Sprachmaterials aus den Turfanfunden fort. Er exzerpierte 256 Handschriftenreste mit einem Ergebnis von über 19000 Wortzetteln; 82 weitere mittelpersische Handschriften wurden transkribiert, die schon früher transkribierten revidiert.

Der Koreaner Hr. Kimm Chung-Se setzte die Arbeit an dem im vorjährigen Bericht erwähnten biographischen Index durch 600 Zettel fort. Außerdem übersetzte er einige zusammenhängende Texte aus dem *Ratnakūṭa*-Teile des chinesischen Tripiṭaka, die als Hilfe für die Zusammenstellung der tocharischen Bruchstücke Förderung versprachen und leisteten, und arbeitete eine chinesische Handschrift aus Turfan durch, höchstwahrscheinlich aus der Zeit der Dynastie Thang, die einen buddhistischen Text des *Saddharma-Puṇḍarīka-Sūtra* enthält.

Humboldt-Stiftung.

Bericht des Hrn. Waldeyer.

Für die Humboldt-Stiftung standen rund 8500 Mark zur Verfügung. Von diesem Betrage war noch ein Teil Hrn. Prof. Dr. Bresslau in Straßburg als 2. Rate zu zahlen, so daß 5900 Mark zurückblieben. Davon wurden bewilligt 2900 Mark Hrn. Prof. Karsten in Halle a. S. zu einer botanischen Forschungsreise nach Australien und 3000 Mark Hrn. Prof. Dr. Leonhard Schultze-Jena in Marburg zu einer Forschungsreise in das Gebiet der Sahara. Beide Unternehmungen mußten wegen des Kriegsausbruchs ausgesetzt werden.

Prof. Bresslau hat von seiner brasilianischen Reise einen vorläufigen schriftlichen Bericht erstattet. Prof. Bluntschli hat von seinen brasilianischen Sammlungen reichliches Material vereinbarterweise an Berliner und andere deutsche Institute und Museen abgeliefert. Von den Forschungsergebnissen des Hrn. Prof. Buttel-Reepen ist eine neue Veröffentlichung: Vespidae IV, bearbeitet von Schulthess, erschienen, desgleichen von Prof. Bücking dessen von der Humboldt-Stiftung unterstützte Geologische Übersichtskarte der Rhön (Berlin 1914). Für 1915 ist der gleiche Betrag verfügbar.

Savigny-Stiftung.

Bericht des Hrn. Brunner.

Über die neue Ausgabe von Homeyers »Die Rechtsbücher des Mittelalters und ihre Handschriften« berichtet Hr. Prof. Dr. Julius von Gierke in Königsberg, daß die für den Abschluß des Werkes in Aussicht genommene Reise nicht ausgeführt werden konnte, da er infolge des Kriegsausbruches durch seine Ausbildung und Tätigkeit als freiwilliger Krankenpfleger und durch seine Landsturmpflicht in Königsberg festgehalten wurde.

Vom Vocabularium Jurisprudentiae Romanae ist im Jahre 1914 Tomus IV fasc. 1 (nam bis noster), bearbeitet von Hrn. Lesser, erschienen. Der weitere Fortgang des Unternehmens ist durch den Ausbruch des Krieges gehemmt worden, da sowohl der Leiter Hr. Hauptmann Kübler als auch sämtliche Mitarbeiter ins Feld gerückt sind.

Als neuer Mitarbeiter wurde, und zwar für Bd. V, Hr. Dr. Samter gewonnen.

Bopp-Stiftung.

Bericht der vorberatenden Kommission.

Am 16. Mai 1914 hat die Königliche Akademie der Wissenschaften den Jahresertrag der Bopp-Stiftung in Höhe von 1350 Mark Hrn. Prof. Dr. Bruno Liebich in Heidelberg zur Herausgabe der Candra-Grammatik zuerkannt.

Hermann-und-Elise-geb.-Heckmann-Wentzel-Stiftung.

Bericht des Kuratoriums.

Am 4. Februar 1914 entschlief die hochherzige Stifterin Frau Elise Wentzel im 81. Lebensjahre. Es war ihr beschieden, durch zwei Dezennien zu erleben, welche reiche wissenschaftliche Frucht ihre in rückhaltlosem Vertrauen der Akademie dargebrachte Stiftung bereits zu tragen begann, und bis nahe an ihr Lebensende hat ihr teilnehmendes Auge sich daran gefreut, daß sie da volles geistiges Gedeihen sah, wo sie so freigebig gespendet hatte. Wir dürfen getrost aussprechen, daß gerade in jenem großherzigen Vertrauen, das nirgend die Wege zu weisen oder einzuengen suchte, sondern alles der denkbar freisten Entscheidung der Akademie überließ, Antrieb und Möglichkeit zu voller Ausnutzung der Stiftung gegeben war: die Akademie sah sich in der Lage, ohne Rücksicht auf andre als rein wissenschaftliche Bedürfnisse da zuzugreifen, wo eine große Aufgabe der Lösung harrte. Der Tod der Stifterin hat die verfügbaren Mittel etwa verdreifacht. Aber es warten bereits so viel wohlerwogene und aussichtsreiche Pläne auf Verwirklichung, daß es trotz des reichen Zuwachses nicht einmal möglich sein wird, auch nur die reifsten Wünsche zu befriedigen. Das aber dürfen wir heute schon aussprechen: wir fühlen uns sicher, daß, wie die früheren bescheideneren Stiftungseinkünfte im Sinne der Stifterin fruchtbar und für große Aufgaben verwertet worden sind, ebenso auch die gesteigerten Zuflüsse einen reichen und würdigen Ertrag bringen werden.

Aus den verfügbaren Mitteln wurden bewilligt:

8000 Mark zur Fortsetzung des Wörterbuchs der deutschen Rechtssprache;

6000 Mark zur Fortsetzung der Ausgabe der ältesten griechischen christlichen Schriftsteller;

5000 Mark zur Fortsetzung der Bearbeitung einer römischen Prosopographie des 4.—6. Jahrhunderts;

6000 Mark als vierte Rate für die Bearbeitung der Flora von Papuasien und Mikronesien;

5000 Mark zur photographischen Messung von Meereswellen;

6000 Mark zur Vorbereitung eines koptischen Wörterbuches;

6000 Mark zur Vorbereitung eines Corpus glossarum anteaccursianarum;

4000 Mark für germanisch-slawische Altertumsforschung (Ausgrabungen in Rethra und Arkona);

1500 Mark für die Erforschung der Geschichte unserer östlichen Nationalitätsgrenze.

Über das Deutsche Rechtswörterbuch berichtet Anlage I, über die Arbeit an der Kirchenväter-Ausgabe und der Prosopographie Anlage II,

über die Bearbeitung der Flora von Papuasien und Mikronesien Anlage III, über das Decretum Bonizonis und das Corpus glossarum anteaccursianarum Anlage IV, über das Koptische Wörterbuch Anlage V, über die germanisch-slawischen Forschungen Anlage VI.

Von Hrn. Prof. Voeltzkows »Reise in Ostafrika in den Jahren 1903 bis 1905« erschienen im verflossenen Jahre:

Bd. I, Erste Abteilung, Reisebericht: Voeltzkow, Die Komoren. Nach eigenen Beobachtungen, älteren und neueren Reiseberichten und amtlichen Quellen (380 Seiten Text mit 28 Tafeln, 6 Karten, 14 Textabbildungen und 2 Textbeilagen).

Wissenschaftliche Ergebnisse Bd. IV Heft 4. Anatomie und Entwicklungsgeschichte (153 Seiten Text mit 11 Tafeln und 53 Textfiguren), enthaltend: Schepmann und Nierstrasz, Parasitische und kommensalistische Mollusken aus Holothurien (mit 4 Tafeln); Münter, Beschreibung der äußeren Körperform von Embryonen der Species Centetes ecaudatus nebst einem Beitrage zur Kenntnis der Igelstachelentwicklung (mit 1 Tafel und 3 Textfiguren); Neumayer, Zur Morphogenie des Zentralnervensystems der Chelonier und Krokodilier (mit 4 Tafeln und 50 Textfiguren); Münter, Beschreibung der äußeren Körperform und des Integuments verschiedener Entwicklungsstadien von Phaeton phoenicurus (mit 2 Tafeln).

Die photographische Messung der Meereswellen konnte noch nicht ernstlich gefördert werden, da von den beiden Herren, die sich dieser Aufgabe widmen wollen, Hr. Penck bis vor kurzem in England festgehalten wurde und Hr. Prof. Laas (Charlottenburg) ins Feld gezogen ist; er wurde bei Nieuport verwundet. Ebenso hat der Krieg die Forschungen über unsere östliche Nationalitätsgrenze zunächst verhindert, da die beiden Gelehrten, die neben Hrn. Schäfer in erster Linie für dieses Gebiet tätig sein sollten, Hr. Archivrat Dr. Witte (Schwerin) wie Hr. Dr. Stecher (Berlin) sofort nach der Mobilmachung zu den Waffen gerufen wurden. Die Kämpfe in den Argonnen haben Dr. Stecher den rechten Arm gekostet; doch darf mit Zuversicht darauf gerechnet werden, daß er das wichtige Forschungsgebiet nicht verlassen wird.

Anl. I.

Bericht der akademischen Kommission für das Wörterbuch der deutschen Rechtssprache.

Von Hrn. Brunner.

Die akademische Kommission war auf den 15. September 1914 zu ihrer zwölften Sitzung nach Heidelberg einberufen worden. Allein wegen Ausbruch des Krieges mußte die Sitzung abgesagt und auf un-

bestimmte Zeit vertagt werden. Trotz der infolge des Krieges eingetretenen Hemmungen ist es gelungen, die Arbeiten am Rechtswörterbuch, insbesondere den begonnenen Druck des Werkes, fortzuführen, wie der folgende Bericht des Hrn. Schröder ergibt.

Bericht des Hrn. Schröder.

Der Bestand des Zettelarchives kann auf nahe an 1000000 Zettel geschätzt werden.

Der Druck des ersten Heftes war bei Kriegsausbruch vollendet; das Heft wurde jedoch noch nicht herausgegeben, der Druck des zweiten Heftes wurde gleich in Angriff genommen. Das erste Heft reicht bis zu dem Worte ablegen und enthält 618 Artikel, dazu 105 Verweisungen. Es sind daran 11 Mitarbeiter beteiligt.

Auch in diesem Jahre haben Freunde des Rechtswörterbuches von nah und fern uns wertvolle Hilfe geleistet durch gelegentliche Beiträge und Hinweise, vor allem aber durch Mitlesen der Fahnen. Wir gedenken dankbar der HH.: Prof. Dr. K. von Amira, München; Geh. Hofrat Prof. Dr. Ernst Fabricius, Freiburg i. B.; Dr. Wilh. Ludwig Friedrich, Darmstadt; Geh. Justizrat Prof. Dr. Frommhold, Greifswald; Prof. Dr. Alfred Götze, Freiburg i. B.; Kgl. Bayr. Oberst Franz Karl Frhrn. v. Guttenberg, Steinenhausen; Geh. Hofrat Prof. Dr. Friedrich Kluge, Freiburg i. B.; cand. jur. Albert Kunte, Hermannstadt; Dr. Jan van Kuijk, Haag; Dr. H. von Minnigerode, Göttingen; Geh. Rat Prof. Dr. Max Pappenheim, Kiel; Prof. Dr. Max Rintelen, Prag; Prof. Dr. G. Frhr. von der Ropp, Marburg; Dr. Hans Ludwig Rosegger, Graz; Prof. Dr. A. B. Schmidt, Tübingen; Prof. Dr. Alfred Schultze, Freiburg i. B.; Prof. Dr. Claudius Frhr. von Schwerin, Charlottenburg; Geh. Archivrat Dr. jur. G. Sello, Vorstand des Großhzgl. Haus- und Zentralarchivs, Oldenburg (Grhzgt.); Prof. Dr. Frhrn. von Waldberg, Heidelberg; Geh. Rat Prof. Dr. Wille, Heidelberg; Dr. Pius Wittmann, Kgl. Bayr. Reichsarchivrat z. D., Büdingen; Prof. Dr. Friedrich von Woess, Innsbruck.

Der Krieg hat auf unsere Arbeiten insofern etwas hemmend eingewirkt, als Kriegsdienst und Kriegsfürsorge die meisten unserer Mitarbeiter in Anspruch nahmen.

Verzeichnis der im Jahre 1914 ausgezogenen Quellen.

Die schweizerischen Beiträge sind mit *, die österreichischen mit ** bezeichnet.

Richard Andree, Braunschweiger Volkskunde[2], Braunschweig 1901: Dr. v. Künssberg.

Archiv für Reformationsgeschichte, hrsg. W. Friedensburg, Berlin 1903 ff.: Dr. Ge. Eschenhagen und J. Berger, Berlin.

Behrens, Grammaire de l'ancien français III (1913): Frau Schröder.

**Berichte und Mitteilungen des Altertumsvereins zu Wien. 1856 ff.: Prof. Dr. Abammer, Wien.

Ludwig Blasse, Die direkten und indirekten Steuern der Churpfalz. Heidelberg. Diss. 1914: Dr. v. Künssberg.

F. Bluhme, R. Schroeder, H. Loersch, Drei Abhandlungen zur Geschichte des Deutschen Reichs. Festgruß aus Bonn an C. G. Homeyer. Bonn 1871: R. Schröder und Frau Schröder.

*J. J. Blumer, Staats- und Rechtsgeschichte der schweizerischen Demokratien. I. St. Gallen: jur. W. Lüthi, Bern.

**Ch. W. Graf Brandis, Tirol unter Friedrich von Österreich 1823: Prof. Dr. Ahammer, Wien.

Ordnung, Eines Erbarn Rathes Der Stadt Breßlaw umbgefertigte Ordnung, Das Kauffen und Vorkauffen belangende. 1608. Fol.: Dr. Hübner, Breslau.

L. A. Burckhardt, Die Hofrödel von Dinghöfen Baselischer Gotteshäuser und anderen am Oberrhein. Basel 1860: Dr. Gg. Eschenhagen u. J. Berger, Berlin.

**Carinthia, Mitteilungen des Geschichtsvereins für Kärnten 1913: Dr. v. Künssberg u. J. Berger, Berlin.

Corpus constitutionum Regio-Holsaticarum. I. 1. Teil: Dr. Hübner, Breslau.

Dortmunder Urkundenbuch, hrsg. K. Rübel. Dortmund 1881 ff.: Bd. II. Dr. Gg. Eschenhagen.

Urkundliche Geschichte des Geschlechts Eberstein². Berlin 1889: Admiral a. D. Bachem, Heidelberg.

Elsässische Monatsschrift für Geschichte und Volkskunde hrsg. Albert Fuchs. Zabern 1911 ff.: Dr. v. Künssberg.

**Der Teutsche Esop. 1733: Dr. Kohler. Radautz.

Aufsatz von dem Eyde auf den Rundbaum. Schneeberg 1782: Dr. v. Künssberg.

*Farnsburger Urbar, hrsg. Rothe 1909: jur. Gunterburg, Bern.

Urkundenbuch der Stadt Friedberg i. Hessen, bearb. M. Foltz. I (1216—1410). Marburg 1914: Dr. Gg. Eschenhagen u. J. Berger, Berlin.

Oude Friesche Wetten uitg. door het Friesch Genootschap van Geschied-, Oudheid- en Taalkunde byeenverzameld en op nieuw nagezien door M. de Haan-Hettema. 2 Bde. Leeuwarden 1846—1851: Prof. Dr. His, Münster.

Ludwig Graf, Landwirtschaftliches im altenglischen Wortschatze, Diss. Breslau 1909: Dr. v. Künssberg u. J. Berger, Berlin.

Charles Groß. A contribution to British Municipal History. 2 vol. Oxford 1890: Leopold Perels.

C. Grünhagen und H. Markgraf, Lehns- und Besitzurkunden Schlesiens und seiner einzelnen Fürstentümer im Mittelalter. 2 Teile. Leipzig 1881, 83: jur. Detlof von Schwerin, München.

Neues Archiv f. d. Geschichte der Stadt Heidelberg X: Frau Schröder.

J. Henningsen, Das Stiftungsbuch der Stadt Husum, eine Urkunden-Sammlung. Husum 1904: Dr. Hübner, Breslau.

Th. Hirsch, Handels- und Gewerbsgeschichte Danzigs unter der Herrschaft des deutschen Ordens. Leipzig 1858: Dr. Gg. Eschenhagen.

**Holger, Abhandlung v. d. Grundherrlichkeit. Sammlung Chorinsky III. Bd.: Prof. Dr. Ahammer, Wien.

*Eugen Huber, System und Geschichte des schweizerischen Privatrechts. IV: jur. Stauffer, Bern.

Ulrichs v. Hutten Schriften, hrsg. E. Böcking. Leipzig 1859—70: Admiral a. D. Bachem, Heidelberg.

Jahrbuch des Düsseldorfer Geschichtsvereins. Düsseldorf 1895. (Angermunder Lagerb.): Richard Schröder und J. Berger, Berlin.

Jahrbuch für niederdeutsche Sprache XXXIII: Frau Frida Schröder.

**Das Judenbuch der Scheffstraße zu Wien (1389—1420), hrsg. Artur Goldmann (Quellen und Forschungen zur Geschichte der Juden in Deutsch-Österreich I). Wien und Leipzig 1908: Dr. v. Künssberg.

**G. Juritsch, Die Deutschen und ihre Rechte in Böhmen und Mähren im 13. und 14. Jahrhundert. Wien 1905: Dr. v. Künssberg.

Gerichtsbuch der Stadt Kassel aus 1505 und 1506, hrsg. A. Stölzel (Festgabe zum 60. Geburtstage von Prof. Dr. Rießer, Berlin 1913. S. 250 ff.): jur. Detlof v. Schwerin, München.

**Ignaz Keiblinger, Geschichte des Benediktinerstiftes Melk. Wien 1867: Prof. Dr. Ahammer, Wien.

A. U. Kopp, Wörterbuch zum Nachschlagen der für das Großherzogtum Baden wichtigen Gesetze, Staatsverträge und Verordnungen. 3. Aufl. Karlsruhe 1894: Dr. v. Künssberg.

**Die ältesten Krakauer Stadtbücher 1300—1400, hrsg. Fr. Piekosiński und J. Szujski (Monumenta medii aevi historica res gestas Poloniae illustrantia 4). Krakau 1878: Prof. Dr. Ahammer, Wien.

Vocabular des Augustinereremitenklosters Langenzenn in Mittelfranken 1431 (Hschr.): Dr. Wittmann, Büdingen.

Urkundenbuch zur Geschichte der Markgrafschaft Niederlausitz. II. Urkundenbuch der Stadt Lübben. Dresden 1911: jur. Detlof v. Schwerin, München.

Mannheimer Geschichtsblätter, 1903, 1912: Frau Schröder.

**Der römischen kayserlichen Majestät ... Maria Theresia neuverfaßte Gerichtsordnung, welche bei den Consolat-Gerichtern und Merkantil-Tribunalien in den Inner-Österreichischen Ländern ... zu beobachten ist. Triest 1758: Dr. v. Künssberg.

Marienburger Konventsbuch, hrsg. Ziesemer. Danzig 1913: jur. Detlof v. Schwerin, München.

Jos. Matzerath, Die altengl. Namen der Geldwerte. Bonn 1912, Diss.: Dr. v. Künssberg u. J. Berger, Berlin.

Mitteilungen aus der Stadtbibliothek zu Königsberg i. Pr. Königsberg 1909 ff.: Dr. Go. Eschenhagen.

Möhlmann, Landgerichts-Protokoll des Bremischen Erzbischofs Balduin. Jurist. Zeitung für das Königreich Hannover 1843, Heft 3: R. Schröder u. Frau Schröder.

Monumenta Germaniae. Constitutiones et acta publica imperatorum et regum IV, V, VI, 1. VIII, 1.: Dr. v. Künssberg.

Neue Heidelberger Jahrbücher, hrsg. vom Historisch-Philosophischen Verein. 3. Heidelberg 1893: R. Schröder und Frida Schröder.

Norges gamle love. Anden Række. 1388—1604, udg. Taranger I. Kristiania 1904—12. Dr. v. Künssberg.

C. Nyrop, Samling af Danmarks Gilde- og Lavsskraaer fra Middelalderen. Kjøbenhavn 1895—1904: Dr. v. Künssberg.

Verhandlungen d. hist. Vereins f. Oberpfalz u. Regensburg 1863: Frau Frida Schröder.

Detmar Philippi, Die Erbexen i. d. sächs. westfäl. Markgenossenschaft des ausgehenden MA. u. der beginnenden Neuzeit 1914: R. Schröder und Frau Frida Schröder.

Pommersche Monatsblätter, hrsg. von der Gesellschaft für pommersche Geschichte und Altertumskunde, Stettin 1913, 1914 (Anklamer Schusterrolle): R. Schröder und Frau Frida Schröder.

Quellen zur alten Geschichte des Fürstentums Bayreuth, hrsg. Chr. Meyer. Bayreuth 1895: Admiral a. D. Bachem, Heidelberg.

Quellen zur Geschichte der Stadt Bayreuth, hrsg. Chr. Meyer, Bayreuth 1897: Admiral a. D. Bachem, Heidelberg.

Quellen zur Geschichte der Stadt Kulmbach und der Plassenburg, hrsg. Chr. Meyer. München 1895: R. Schröder und Frau Schröder.

Quellensammlung der Badischen Landesgeschichte, hrsg. F. J. Mone, Karlsruhe 1848—67: Admiral a. D. Bachem.

**Summa legum des Raymundus Parthenopeus (deutsche Übersetzung in der Hs. des evangelischen Lyzeums in Preßburg a. d. Anf. d. 16. Jh.): Dr. A. Gál, Wien.

A. L. Reyscher, Sammlung altwürttembergischer Statutarrechte. Tübingen 1834: jur. Detlof von Schwerin, München.

W. Scheel, Das alte Bamberger Strafrecht vor der Bambergensis. Berlin 1903: Dr. v. Künssberg.

W. Scheel, Johann Freiherr zu Schwarzenberg. Berlin 1905: Dr. v. Künssberg.

**J. Schlager, Wiener Skizzen aus dem Mittelalter. 5 Bde. Wien 1835, 46. Prof. Dr. Ahammer, Wien.

G. Schmoller, Die Urkunden der Straßburger Tucher- u. Weberzunft (13.—17. Jh.) Straßburg 1879: jur. Detlof v. Schwerin, München.

Schreiber, Das Testament d. Fürsten Wolfgang von Anhalt (1565) Beyerle Beiträge IX. 3. 1913: Frau Schröder.

E. O. Schulze, Die Kolonisierung und Germanisierung der Gebiete zwischen Saale und Elbe (Preisschr. d. Jablonowski-Gesellsch.). Leipzig 1896: Dr. v. Künssberg.

**Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien. Philosophisch-historische Klasse. (Schwabenspiegel-Varianten von Rockinger.) Angefangen: R. Schröder u. Frau Schröder.

Das älteste Stader Stadtbuch (1270—1310), hrsg. Verein f. Geschichte u. Altertümer zu Stade. Stade 1882, 1890: jur. Detlof v. Schwerin, München.

Fr. Techen, Die Bürgersprachen der Stadt Wismar. 1906: Dr. v. Künssberg.

Urkundenbuch des Klosters Teistungenberg im Eichsfelde bearb. Julius Jäger. 2 Teile. Halle 1878, 79: jur. Detlof v. Schwerin, München.

Clemens Vogelgesang, Die Aachener Nadelindustrie. Beiträge zur Geschichte ihrer Entwicklung. Diss. Heidelberg 1913: Dr. v. Künssberg.

Weistümer des Kurfürstentums Köln. 1. Amt Hülchrath, hrsg. H. Aubin, Bonn 1913: Dr. v. Künssberg.

Zeitschrift f. vaterl. Geschichte d. Vereins f. Geschichte Westfalens. XIV: Frau Schröder.

Westfälische Stadtrechte. I. Stadtrechte der Grafschaft Mark. 2. Heft Hamm, bearb. v. A. Overmann, Münster i. W. 1903: Dr. v. Künssberg.

Westfälisches Urkundenbuch, hrsg. R. Wilmans u. H. Finke. Münster 1871 ff.: Referendar Westrick, Münster i. W.

Heinrich Wuttke, Städtebuch d. Landes Posen. Codex diplomaticus. Leipzig 1864: jur. Detlof v. Schwerin, München.

Zeitschrift für Rechtsgeschichte 1913: Dr. v. Künssberg.

*Zeitschrift für Schweizerisches Recht, hrsg. Schnell, Wyß u. a. Basel 1911, 1912: jur. W. Lüthi u. Hans Lüthi, Bern.

Zeitschrift für deutsche Wortforschung, hrsg. Fr. Kluge. Straßburg 1914: Frau Schröder.

Vehmbuch der Stadt Zerbst, hrsg. Fr. Heine. Zerbst 1912: jur. Detlof v. Schwerin, München.

*Urkundenbuch der Stadt und Landschaft Zürich. 7. u. 8.: jur. Gunterburg, Bern.

Anl. II.

Bericht der Kirchenväter-Kommission.

Von Hrn. Harnack.

1. Ausgabe der griechischen Kirchenväter.

In diesem Jahre ist kein Band der Ausgabe der Kirchenväter erschienen, aber im Druck befinden sich und sind dem Abschlusse nahe:

die Philosophumena des Hippolyt (Wendland),
die Werke des Methodius (Bonwetsch),
die Werke des Epiphanius Bd. I (Holl),
die Kirchengeschichte des Gelasius (Loeschcke †).

Von dem »Archiv für die Ausgabe der ältesten christlichen Schriftsteller« wurden drei Hefte ausgegeben, nämlich:

Heintze, Der Clemensroman und seine griechischen Quellen (Bd. XL, 2).

Walther, Untersuchungen zur Geschichte der griechischen Vater-Unser-Exegese (Bd. XL, 3).

Schrörs, Zur Textgeschichte und Erklärung von Tertullians Apologetikum (Bd. XL, 4).

Im Druck befinden sich die zweite Hälfte des umfassenden Werkes von Wutz, Onomastica sacra und die seit langem vorbereitete Ausgabe eines altchristlichen Textes samt Kommentar von Karl Schmidt.

Unter den Unterstützungen steht in erster Linie die fortlaufend dem Dr. Bärendts gewährte, zur Herausgabe der lateinisch erhaltenen

Exegetika zum A. T. des Origenes. Über die große Expedition nach dem Sinai, die in diesem Jahre unternommen worden ist, siehe den Bericht des wissenschaftlichen Beamten der Akademie, Prof. D. Dr. Karl Schmidt, am Schluß dieses Berichts.

2. Prosopographia imperii Romani saec. IV—VI.

Hr. Jülicher berichtet: Während dieses Jahres ist außer der immer fortgesetzten Auffüllung der Bischofslisten die Korrespondenz des Hieronymus, Augustinus und des zu ihnen gehörigen Kreises verarbeitet worden. Das hat mehrfach minutiöse Untersuchungen erfordert, wenn sichere Zeitbestimmungen gewonnen werden sollten. Der hierbei erzielte Fortschritt über den bisherigen Stand der Forschung hinaus wird hoffentlich die reichlich darauf verwendete Zeit rechtfertigen.

Hr. Seeck berichtet: Mit den Regesten der christlichen Kaiserzeit bin ich noch nicht, wie ich hoffte, ganz fertig geworden, doch nähern sie sich der Vollendung. Von der Prosopographie selbst ist wieder eine Anzahl von Artikeln fertiggestellt.

Anhang.

Bericht des wissenschaftlichen Beamten Prof. Karl Schmidt über eine Forschungsreise nach dem Katharinenkloster auf dem Sinai.

Im November 1912 richtete der derzeitige Erzbischof des Katharinenklosters Porphyrius II an Hrn. von Harnack als Vorsitzenden der Kirchenväter-Kommission das Gesuch, es möchten behufs wissenschaftlicher Ordnung der Bibliothek und Erforschung der orientalischen und griechischen Handschriften Hr. Geheimrat Moritz und der Berichterstatter nach dem Sinai geschickt werden; er stellte zugleich in Aussicht, daß diese Arbeit von seiner Seite die bereitwilligste Unterstützung finden würde. Die Kirchenväter-Kommission glaubte, diese günstige Gelegenheit nicht unbenutzt vorübergehen zu lassen, und so wurde für das Frühjahr 1914 eine Expedition nach dem Sinai beschlossen, nachdem auch die Königliche Bibliothek und das Königlich Preußische Kultusministerium eine größere Geldsumme zur Verfügung gestellt hatten. Hierbei sei dem Hrn. Ministerialdirektor Dr. Schmidt für sein wirksames Interesse an der Unternehmung der besondere Dank ausgesprochen. Die umfangreich angelegte Expedition wäre aber doch noch auf große Schwierigkeiten gestoßen, wenn sich nicht zwei Mäzene gefunden hätten, die die Kosten für die Ausrüstung wie für den Unterhalt auf dem Sinai übernommen hätten, nämlich Hr. Hofrat Siegmund Röhrer in Unterschondorf am Ammersee und der Groß-

industrielle Bernhard von Back in Szegedin. Beiden Herren ist die Wissenschaft für ihre große Opferwilligkeit zu besonderem Danke verpflichtet, zumal da sie persönlich die Strapazen der Reise auf sich genommen haben.

Nachdem ich während acht Tage mit Hrn. Prof. Beneschewitsch in Petersburg, dem Herausgeber des I. Bandes des Kataloges der Sinaihandschriften von Porphyrius Uspensky, eingehende Besprechungen gepflogen und dank seiner Liebenswürdigkeit Einsicht in den von ihm vorbereiteten Katalog der bisher unbeschriebenen Handschriften genommen hatte, wurde die Reise Ende März nach Ägypten angetreten. Doch verzögerte sich die Ankunft auf dem Sinai, da die Ausrüstung der Expedition in Kairo noch vervollständigt werden mußte. Ende April gelangten wir, ausgerüstet mit Empfehlungsbriefen des in Kairo residierenden Erzbischofs, zugleich mit einem Gepäcke von etwa 150 Kisten im Kloster an. Wir fanden von seiten der drei Leiter der Mönchskongregation, dem Prohestos, Sakristan und Ökonomos, die liebenswürdigste gastliche Aufnahme; besonders hat der Sakristan und derzeitige Verwalter der Bibliothek in selbstloser Weise seine Zeit geopfert, die Benutzung der Bibliotheksräume zu erweitern, indem er die Arbeitszeit von ½7 bis 10 Uhr und von 2½ bis 5 Uhr gestattete.

Mir persönlich lag eine doppelte Aufgabe ob: erstens, die von einigen wissenschaftlichen Unternehmungen gestellten Aufträge zu erledigen, zweitens, die noch nicht katalogisierten Handschriften nach Werken der altchristlichen Literatur zu durchforschen, nachdem durch Hrn. Prof. Beneschewitsch bekannt geworden war, daß seit der Katalogisierung durch Hrn. Prof. Gardthausen außer den 1223 Handschriften noch etwa 800 Handschriften aufgetaucht seien.

Was nun die Aufträge anbetrifft, so wurden auf Veranlassung von Hrn. Prof. Rahlfs für das Septuagintaunternehmen verschiedene alttestamentliche Kodizes photographiert und so im ganzen 750 Aufnahmen gemacht. Ich muß dabei erwähnen, daß Hr. Diels als Vorsitzender der Kommission der Medizinerausgaben mir den photographischen Apparat für Schwarz-Weiß-Aufnahmen bereitwilligst zur Verfügung gestellt hat. Ferner wurden auf Anregung von Hrn. Geheimrat Schwartz im Interesse der Kommission zur Herausgabe der Konzilsakten von seiten der Straßburger Gesellschaft der Wissenschaften, die eine Summe von 1000 Mark bewilligt hatte, eine Reihe Aufnahmen hergestellt. Der Löwenanteil fiel aber auf die von Hrn. Prof. Ehrhard in Straßburg im Auftrage der Kirchenväter-Kommission unternommene Erforschung der Martyrologien. Seine Desideratenliste umfaßte etwa 120 Handschriften, die etwa 1500 Aufnahmen erforderten.

Nach Erledigung dieser Arbeiten begann ich mit der Durchsicht der noch unbekannten Handschriften. Manuskript für Manuskript wurde geprüft und zugleich katalogisiert; freilich, die Erwartung, daß alte und wichtige Texte für die altchristliche Literatur der ersten drei Jahrhunderte sich finden würden, wurde nicht erfüllt; es handelte sich in der Hauptsache um jüngere Handschriften martyrologischen, liturgischen, kirchenrechtlichen Inhalts, dazu um Heiligen- und Mönchsviten nebst patristischen Werken der späteren Zeit. Es wurden die Nummern 1224 bis 2151 festgestellt und von zahlreichen Handschriften, besonders den datierten, Schriftproben genommen. Zuletzt wandte ich mich den bereits bekannten Handschriften zu. Leider mußte ich hier die Tatsache konstatieren, daß die Beschreibung der von Gardthausen eingesehenen Manuskripte häufig oberflächlich, teilweise geradezu irreführend ist. Dieser Mangel beruht wohl auf der Kürze der dem Herausgeber zur Verfügung gestandenen Zeit. Aber auch der von Uspensky-Beneschewitsch herausgegebene Katalog zeigt mannigfache Lücken und Versehen; mit Recht hat der Erzbischof Porphyrius betont, daß ein den heutigen wissenschaftlichen Anforderungen geeigneter Katalog für ihn persönlich wie für die wissenschaftliche Welt ein dringendes Bedürfnis ist. Freilich eine derartige Arbeit erfordert bei der Fülle des Materials sehr lange Zeit, vor allem einen mehrmaligen Aufenthalt. In der mir zur Verfügung stehenden Zeit konnte nur der Anfang gemacht werden.

Nach einer mehr als dreimonatlichen angestrengten Tätigkeit wurde die Rückreise angetreten. In El Tor erreichte uns am 2. August die Kunde vom Ausbruch des Krieges, und wir waren genötigt, das gesamte Expeditionsgut in Suez zurückzulassen. Hoffentlich wird dasselbe in den Kriegswirren nicht verloren gehen; aber auch so würden wir der Früchte unserer Expedition beraubt worden sein, wenn wir uns nicht der mühevollen Arbeit unterzogen hätten, trotz der Hitze an Ort und Stelle unsere sämtlichen Aufnahmen zu entwickeln. Schließlich konnte ich wenigstens einen Teil der Schwarz-Weiß-Aufnahmen und meine schriftlichen Aufzeichnungen als Handgepäck mitnehmen. Doch meine sofortige Abreise nach Deutschland wurde durch die Engländer verhindert. Ich mußte mich nach Kairo begeben und noch sechs Wochen dort verbleiben. Diesen unfreiwilligen Aufenthalt benutzte ich, die dem griechischen Patriarchen von Alexandrien unterstellte Patriarchalbibliothek zu Kairo einer genauen Durchsicht zu unterziehen. Ich konnte mit Unterstützung des Presbyters Kallimachos eine Reihe von Desiderien für Hrn. Prof. Ehrhard erledigen, dagegen waren zwei von Hrn. Prof. Schwartz gewünschte Handschriften unauffindbar; denn von den früheren Handschriftenschätzen sind nur

etwa 350 mehr vorhanden, über 1000 Nummern im Laufe der Zeit aber verschwunden.

Zum Schluß will ich noch erwähnen, daß ich meine Aufmerksamkeit auch besonders auf die in den Sinaihandschriften vorhandenen schriftlichen Notizen gerichtet habe, die von großem Werte für die Geschichte des Klosters und der Entstehung der Bibliothek sind. Nach dieser Richtung hin werden die im Klosterarchiv aufbewahrten und zum ersten Male von Hrn. Geheimrat Moritz eingesehenen arabischen Urkunden seit der Zeit Saladins bahnbrechende Bedeutung erlangen. Und wenn ich noch eins hinzufügen darf, so habe ich die in dem ersten Band von Harnacks »Geschichte der altchristlichen Literatur« aufgeführten Sinaihandschriften genauer als bisher geprüft, insbesondere die zahlreichen in dem noch ungedruckten Kommentar des Macarius Chrysocephalus zum Evangelium des Lukas enthaltenen Zitate aus Origenes, Clemens Alexandrinus, Epiphanius usw. photographiert.

Anl. III.

Bericht über die Bearbeitung der Flora von Papuasien und Mikronesien.

Von Hrn. Engler.

Nachdem unter Leitung von Prof. Dr. Lauterbach und Dr. Schlechter im August 1912 neun Abhandlungen als erste Serie der Beiträge zur Flora von Papuasien im Umfange von 169 Druckseiten mit 16 Figuren in Englers Botanischen Jahrbüchern erschienen waren, folgte im April 1913 die zweite Serie mit neun weiteren Beiträgen im Umfange von 170 Seiten mit 20 Textfiguren. Diese Abhandlungen enthielten Beschreibungen von bisher unbekannten papuasischen Pflanzenarten aus den bis 1911 eingegangenen Sammlungen, namentlich auch aus denen, welche Dr. Schlechter während eines dreijährigen Aufenthaltes in Neuguinea zusammengebracht hatte. Die einzelnen Bearbeiter hatten aber auch dem Wunsche des Herausgebers der Botanischen Jahrbücher (Prof. A. Engler) entsprochen, mit der Beschreibung der neuen Arten einer Familie zugleich den Anteil der letzteren an der Zusammensetzung der Flora Papuasiens und ihre allgemeinen biologischen Verhältnisse zu schildern. Um weiteres Material aus dem noch so wenig erforschten Gebiet zu erhalten, wurde ein Teil der von der Stiftung zur Verfügung gestellten Mittel dazu benutzt, eine große Zahl von botanischen Ausrüstungen nach der deutschen Kolonie Neuguinea und dem Bismarckarchipel sowie auch nach den Karolinen an Stationsleiter und andere Personen zu senden, von denen anzunehmen war, daß sie Pflanzen sammeln würden. Der Erfolg dieser Sendungen war bis jetzt ein mäßiger. Dagegen erwies sich von sehr großem Vorteil

die umfangreiche Ausrüstung, welche Hrn. Ledermann, dem Botaniker der 1911 nach dem Kaiserin-Augusta-Fluß ausgesandten deutschen Expedition, mitgegeben war. Hr. Ledermann hat von dieser Expedition und einer sich daran anschließenden nach den Karolinen 8079 Nummern Herbarpflanzen mitgebracht, mit deren Bearbeitung nun mehrere Botaniker beschäftigt sind. Schon die dritte Serie der Beiträge zur Flora von Papuasien, welche im August 1913 erschien und sieben Abhandlungen mit 95 Seiten und 10 Figuren umfaßt, enthielt neben Pflanzen der Expedition von Prof. Dr. Leonhard Schulze, Dr. Mozskowski und Dr. Schlechter auch solche, die Hr. Ledermann gesammelt hatte. In viel höherem Grade ist dies der Fall bei den Abhandlungen, welche jetzt im November 1914 veröffentlicht worden sind und 1915 folgen werden. Von Hrn. Prof. Volkens wurden zusammengestellt fünf Abhandlungen der HH. Prof. Dr. Hieronymus, Prof. Dr. Beccari, Prof. Dr. L. Diels, Dr. Schlechter als Beiträge zur Flora von Mikronesien im Umfang von 18 Seiten mit zwei Figuren. Prof. Dr. Lauterbach und Dr. Schlechter aber veröffentlichen jetzt neun Abhandlungen der HH. Prof. Dr. Beccari, Prof. Dr. Valeton, Prof. Dr. Pilger einschließlich einiger eigenen in der vierten Serie der Beiträge zur Flora von Papuasien. Bis jetzt sind hiervon 158 Seiten mit 29 Figuren erschienen. Zwei im Januar 1915 erscheinende Abhandlungen von Dr. J. Perkins und Dr. Schlechter werden die Serie abschließen. Doch liegen auch schon Manuskripte und Zeichnungen für die fünfte Serie vor.

Anl. IV.

Bericht über die Arbeiten für das Decretum Bonizonis und für das Corpus glossarum anteaccursianarum.

Von Hrn. Seckel.

Der Herausgeber des Decretum Bonizonis, Hr. Privatdozent Dr. E. Perels zu Berlin, hat nach Abschluß der Quellenermittelungen das Druckmanuskript der Ausgabe fertiggestellt. Mit der Drucklegung konnte dank dem Entgegenkommen der Weidmannschen Verlagsbuchhandlung zu Berlin Ende 1914 trotz des Krieges begonnen werden. —

In seiner Sitzung vom 28. Mai 1914 hat das Kuratorium beschlossen, den ihm unterbreiteten Plan eines Corpus glossarum anteaccursianarum sich anzueignen und zu diesem Zwecke für das Jahr 1915 die Summe von 6000 Mark zu bewilligen.

Der von dem Berichterstatter entworfene und von kompetenten Gelehrten befürwortete Plan geht dahin, die voraccursischen Einzelglossen und Apparate zum Corpus iuris civilis, die mit ganz vereinzelten Ausnahmen in den Handschriften begraben sind, durch den

Druck allgemein zugänglich zu machen und durch die Herausgabe den Zugang zu den Grundlagen der modernen europäischen Rechtswissenschaft zu eröffnen.

Mit den Vorarbeiten ist ein erster Anfang gemacht worden. Es handelt sich zunächst darum, ein Verzeichnis der Hunderte glossierter Handschriften des Corpus iuris civilis herzustellen. Die Förderung der Arbeiten hat durch den Krieg eine Verzögerung erfahren, da von den in Aussicht genommenen und vom Berichterstatter vorgebildeten jüngeren Mitarbeitern mehrere unter die Fahnen getreten sind.

Tatkräftige und opferwillige Unterstützung verdankt das Unternehmen außer dem Kuratorium der Wentzel-Stiftung auch der Verlagsbuchhandlung Wilhelm Engelmann zu Leipzig und Berlin. Die Verlagsbuchhandlung hat sich grundsätzlich bereiterklärt, den Verlag des Glossen-Corpus ohne Druckkostenzuschuß zu übernehmen.

Anl. V.

Bericht über das Koptische Wörterbuch.

Von Hrn. Erman.

Das Kuratorium der Wentzel-Heckmann-Stiftung hat am 28. Mai 1914 beschlossen, ein Wörterbuch der koptischen Sprache herauszugeben und hat dessen Ausarbeitung Hrn. W. E. Crum in Wien übertragen.

Während für alle wesentlichen Literatursprachen des christlichen und islamischen Orients Wörterbücher geschaffen sind, die den wissenschaftlichen und praktischen Anforderungen genügen, entbehrt allein das Koptische noch eines solchen. Und doch ist diese Sprache in doppelter Hinsicht wichtig für die Wissenschaft; sie ist das einzige Hilfsmittel für die Erforschung der alten ägyptischen Sprache und der Theologie sind in ihr zahlreiche Schriften der altchristlichen, gnostischen und patristischen Literatur enthalten. Trotzdem sind wir für das Koptische noch immer auf das Wörterbuch angewiesen, das der treffliche Amadeo Peyron vor nunmehr achtzig Jahren verfaßt hat, also zu einer Zeit, in der von der heut so umfangreichen koptischen Literatur nur ein ganz beschränkter Teil vorlag; von der großen Menge der nicht literarischen Texte auf den Papyrus und Ostraka war damals noch gar nichts bekannt, so daß die weltliche Seite der Sprache bei Peyron überhaupt kaum vertreten ist. Und da zu Peyrons Zeit die Kenntnis der alten ägyptischen Sprache noch ganz fehlte und die der koptischen Grammatik erst in ihren Anfängen stand, so sind in seinem Werke oft grundverschiedene Worte zu einem zusammengeworfen, oder es sind die grammatischen Formen ein und desselben Wortes an ganz

verschiedene Stellen des Wörterbuches geraten. So ist Peyrons Werk heute nur noch von geringem Nutzen, und die Schaffung eines neuen koptischen Wörterbuches ist ein dringendes Bedürfnis.

Hr. W. E. Crum, in dessen Hand die Ausführung gelegt ist, hat bei seinen mannigfachen Veröffentlichungen dem lexikalischen Befunde stets besondere Aufmerksamkeit geschenkt und seit einigen Jahren auch direkt für ein koptisches Wörterbuch vorgearbeitet. Aber die Menge des zu verarbeitenden Stoffes ist zu groß, als daß sie sich so durch die Arbeit eines einzelnen bewältigen ließe. Durch das Eintreten der Wentzel-Heckmann-Stiftung ist es nun möglich geworden, das Unternehmen auf eine breitere Basis zu stellen und andere Mitarbeiter heranzuziehen. Es wird beabsichtigt, dem Werke etwa den doppelten Umfang des Peyron zu geben und es ebenso wie diesen in lateinischer Sprache zu veröffentlichen.

Leider ist die kaum begonnene Arbeit jäh durch den Krieg unterbrochen worden, und die Wiederaufnahme wird erst nach dem Frieden möglich sein, da die daran beteiligten Gelehrten fast allen im Kampfe begriffenen Nationen angehören.

Anl. VI.

Bericht über germanisch-slawische Altertumsforschungen.

Von Hrn. Schuchhardt.

Mir wurden Mittel bewilligt, um die mit den Grabungen auf der Römerschanze bei Potsdam begonnenen germanisch-slawischen Forschungen fortzusetzen. Durch Untersuchung besonders geeigneter ähnlicher Anlagen soll erstrebt werden, festzustellen, wie der Innenraum bei germanischen und bei slawischen Burgen eingeteilt war, wie lange die germanischen Burgen hier im Lande gehalten sind und wann die slawischen beginnen. Als letztes ist die Aufdeckung eines slawischen Heiligtums ins Auge gefaßt.

Wegen der Kriegslage konnte mit den Ausgrabungen noch nicht begonnen werden; es wurden aber einige Erkundungsfahrten unternommen und die zunächst in Betracht kommenden Burgen ausgewählt und aufgenommen.

Akademische Jubiläumsstiftung der Stadt Berlin.

Bericht des Hrn. Planck.

Die Vorarbeiten für die dem Prof. Dr. Freiherrn von Schrötter übertragene Abfassung der preußischen Münz- und Geldgeschichte im 19. Jahrhundert (vgl. Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss., Jahrgang 1913,

Erster Halbband, S. 148) haben sich hauptsächlich auf das Sammeln des Materials erstreckt, welches sich zum weitaus größten Teil in der Registratur des Königl. Finanzministeriums und der Registratur der hiesigen Königl. Münze, zum geringeren Teil im Königl. Geheimen Staatsarchiv befindet. Außerdem ist im vorläufigen Entwurf fertig die Darstellung des Zustandekommens der beiden deutschen Münzkonventionen von 1838 und 1857, die der Jahre 1806—1809 und der Umprägung der alten Scheidemünze 1819—1830 mit dem Münzgesetze von 1821, endlich die des Überganges der westlichen Geldverhältnisse in das preußische Münzsystem 1815—1820.

Albert Samson-Stiftung.

Bericht des Hrn. Waldeyer.

Die Leitung der Anthropoidenstation auf Teneriffa übernahm mit dem Jahre 1914 Hr. Privatdozent Dr. Köhler (Frankfurt a. M.). Der genauere Bericht des Hrn. Teuber steht noch aus. Der Betrieb der Station ist nach den Mitteilungen des Hrn. Köhler ein sehr günstiger geblieben. Sonst wurden aus den Mitteln der Stiftung unterstützt das Phonogrammunternehmen des Hrn. Stumpf mit 7000 Mark, und es wurden Hrn. Prof. Peter (Greifswald) 5000 Mark zu einer Forschungsreise nach Südafrika bewilligt, bei der u. a. auch die Lebensverhältnisse der dortigen Eingeborenen, den Aufgaben der Stiftung gemäß, möglichst berücksichtigt werden sollten. Die Reise mußte des Krieges wegen unterbleiben. Es werden für 1915 voraussichtlich 30000 Mark zur Verfügung stehen.

Seit dem Friedrichstage 1914 (29. Januar) bis heute sind in der Akademie folgende Veränderungen des Mitgliederbestandes eingetreten:

Die Akademie verlor durch den Tod die ordentlichen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Klasse Adolf Martens und Arthur von Auwers; die ordentlichen Mitglieder der philosophisch-historischen Klasse Alexander Conze und Reinhold Koser; die auswärtigen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Klasse Eduard Suess in Wien und Wilhelm Hittorf in Münster i. W.; das Ehrenmitglied Frau Elise Wentzel geb. Heckmann in Berlin; die korrespondierenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Klasse Karl Chun in Leipzig, August Weismann in Freiburg i. Br. und Nils Christoffer Dunér in Uppsala und die korrespondierenden Mitglieder der philosophisch-historischen Klasse Samuel Rolles Driver

in Oxford, Barclay Vincent Head in London und Georges Perrot in Paris.

Das ordentliche Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Max Lenz verlegte seinen Wohnsitz nach Hamburg und trat damit in die Zahl der Ehrenmitglieder über.

Neu gewählt wurden zu ordentlichen Mitgliedern der physikalisch-mathematischen Klasse Richard Willstätter, Fritz Haber und August Brauer; zu ordentlichen Mitgliedern der philosophisch-historischen Klasse Otto Hintze, Max Sering und Adolf Goldschmidt; zu Ehrenmitgliedern August von Trott zu Solz, Rudolf von Valentini und Friedrich Schmidt, sämtlich in Berlin; zum korrespondierenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Ferdinand Braun in Straßburg und zu korrespondierenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Klasse Franz Brentano in Florenz, Georg Elias Müller in Göttingen, Michael Rostowzew in St. Petersburg, Bernhard Seuffert in Graz, Joseph Bidez in Gent, Paul Wendland in Göttingen und Samuel Muller Frederikzoon in Utrecht.

Ausgegeben am 4. Februar 1915.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1915.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

4. Februar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Morf sprach über die »Geschichte der lateinischen Wörter *gallus*, *gallina*, *pullus* im Galloromanischen«. (Abh.)

Diese Trinität von Worten hat sich in semantischer Unversehrtheit nur in einem ganz beschränkten Gebiete der einstigen Gallia Narbonensis erhalten (Punkt 759 und 768 des *Atlas linguistique de la France*). Nicht einmal das Paar *gallus-gallina* ist vereint bewahrt geblieben: nur drei periphere Gebiete des Südens und Ostens zeigen noch heute dieses alte lateinische Lautpaar. Sonst ist überall entweder der Name des Hahns oder der der Henne von den Galloromanen neu gebildet worden. Die Basis, auf der das geschah, ist *pullus* 'Küchlein'. Der Name des Jungen folgt dem wachsenden Tiere in die Jahre der Reife: *pullus* wird zum 'Hahn', *pulla* zur 'Henne'. Diese Bedeutungsverschiebung wird die Veranlassung zu neuen hypokoristischen Diminutivbildungen für 'Küchlein', und so erfüllt sich der Kreislauf des Lebens auch am Worte. — Indessen wird *gallus* auch von außen bedrängt: die onomatopoetische Bildung *coq* — vom Warnungsruf des Hahns — ist fränkischer Import und siegt im alten Neustrien, und damit auch in der Schriftsprache, über *gallus* und *pullus*.

2. Hr. Eduard Schwartz in Straßburg, korrespondierendes Mitglied, übersendet eine Mitteilung: »Prometheus bei Hesiod«.

Durch Ausscheidung der Interpolationen werden die beiden, untereinander nicht genau übereinstimmenden Fassungen wiederhergestellt, in denen Hesiod in der Theogonie und den Erga die Prometheusgeschichte erzählt hatte. Daran knüpft sich ein Versuch, die hesiodeischen Konzeptionen in ihre Bestandteile aufzulösen.

3. Vorgelegt wurde Vol. 8 der mit Unterstützung der Akademie bearbeiteten Ausgabe des Libanius von R. Foerster (Lipsiae 1915).

4. Der physikalisch-mathematischen Klasse der Akademie stand zum 26. Januar d. J. aus der Dr.-Karl-Güttler-Stiftung ein Betrag von 1700 Mark zur Verfügung; sie hat indes im Hinblick auf die Zeitumstände beschlossen, diesmal von einer Verleihung der Summe Abstand zu nehmen.

Zum 26. Januar 1916 steht der gleiche Betrag von 1700 Mark zur Verfügung der philosophisch-historischen Klasse, die ihn in einer oder mehreren Raten vergeben kann. Die Zuerteilungen erfolgen nach

§ 2 des Statuts der Stiftung zur Förderung wissenschaftlicher Zwecke, und zwar insbesondere als Gewährung von Beiträgen zu wissenschaftlichen Reisen, zu Natur- und Kunststudien, zu Archivforschungen, zur Drucklegung größerer wissenschaftlicher Werke, zur Herausgabe unedierter Quellen und Ähnlichem.

Bewerbungen müssen spätestens bis zum 25. Oktober d. J. im Bureau der Akademie, Berlin NW 7, Unter den Linden 38, eingereicht werden.

Seine Majestät der Kaiser und König haben geruht, durch Allerhöchste Erlasse vom 31. Dezember 1914 und 12. Januar 1915 die Wahlen der ordentlichen Professoren an der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin Dr. August Brauer zum ordentlichen Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse und D. Dr. Karl Holl zum ordentlichen Mitglied der philosophisch-historischen Klasse zu bestätigen.

Die Akademie hat das ordentliche Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Arthur von Auwers am 24. Januar durch den Tod verloren.

Prometheus bei Hesiod.

Von Eduard Schwartz.

Hesiod hat die Prometheussage zweimal behandelt, erst in der Theogonie, dann in den Erga. Das läßt von vornherein annehmen, daß er sich verbessern wollte, daß der Gehalt der Geschichte sich ihm verschoben hatte; der bäurische Rhapsode von Askra wäre nie zu demselben Stoff zurückgekehrt, lediglich um seine Technik an ihm auszuprobieren, sondern ihn leitet ein inneres Interesse an der Sache. Daher lockt es auch, beide Darstellungen zu vergleichen; denn hier bietet sich einmal die Möglichkeit, in das individuelle Denken des Dichters einzudringen, das sich nur zu oft dem Verständnis spröde verschließt, da es von einer übernommenen, fremden Form immer wieder eingeengt wird. Tatsächlich ist die Vergleichung auch öfters angestellt, doch wollten sich klare Resultate nicht ergeben. Es muß erst festgestellt werden, was denn eigentlich Hesiod in beiden Gedichten erzählt hat: sowohl die Theogonie als auch die Erga sind schon sehr früh, sicher vor dem 5. Jahrhundert, überarbeitet. Ob es gelingt, das Ursprüngliche wiederherzustellen oder zu erraten, ist von vornherein nicht zu sagen; der Versuch muß jedenfalls gewagt werden.

Die Theogonie, die, wie Hesiod zweimal feierlich ankündigt (33. 105[1]), ein episches Gedicht (κλείειν) auf das Geschlecht der ewigen Götter sein will, führt die Form der Genealogie streng durch; wo erzählt werden soll, wird der Stoff nicht ohne Gewaltsamkeit in Episoden gepreßt, die an die Stammbäume angehängt werden können[2].

[1] Die von Wilamowitz (Her. 2, 266) ausgesonderte Dublette 108—111. 115 setzt die Entstehung der Welt an die Stelle, daher das Neutrum ὅτι πρῶτον γένετ' αὐτῶν 115, das der hesiodischen Anschauung schnurstracks zuwiderläuft. Von dieser Interpolation dürften die schlechten Verse 963. 964 abhängen, in denen γαῖα ungeschickt mit νῆσοι τ' ἤπειροι τε paraphrasiert wird.

[2] Die Titanomachie beginnt mit den Hekatoncheiren, und schon Arthur Meyer (de compos. Theogon. Hesiod. 37 ff.) hat eine Erzählung aus dem Wust herausgeschält, die eben diese in den Mittelpunkt stellt; sie kommt leidlich rein heraus, wenn man 617—627. 639. 640. 643—667. 669. 670. 715—719 zusammenordnet. Sie dürfte Hesiod selbst zuzuweisen sein; es ist seine Art, aus einem größeren Stoffkomplex eine Episode herauszuschneiden und um einen Mittelpunkt zu gruppieren, der zum Stoff

Es scheint der individuellen, neuen Art von Offenbarung, durch die der Dichter im Prooemium die konventionelle Anrufung der Musen ersetzt, wenig zu entsprechen, daß, formell betrachtet, die Hauptsache in seinem Gedicht Stammbäume sind, die dem Persönlichen am wenigsten Raum gewähren. Aber Hesiod hört darum, weil er die Welt mit eigenen Augen ansieht, nicht auf, ein epischer Dichter zu sein, den die Musen lehren, nichts Neues, sondern Überliefertes zu erzählen und zu gestalten; so eigenartig seine Spekulation ist, sie kann sich keinen neuen Rahmen schaffen, sondern nur innerhalb eines gegebenen ihr Wesen treiben, und dem Dichter ist es viel zu sehr um die Sache, zu wenig um sich selbst zu tun, als daß er es immer merken ließe, wo persönliche Motive welcher Art auch immer ihn aus den Gleisen der Überlieferung herauslocken. Diese hat ihm schwerlich den Eros als eines der Urwesen, oder die hohen Berge, auf denen die Götter hausen, als Kinder der Gaia geboten: da wirkten die Kulte von Thespiae und auf dem Helikon ein. Weshalb das arge Geschlecht der verhaßten Eris in so zahlreichen Personifikationen sich ausbreitet, an deren Schluß bedeutungsvoll der Meineid steht, läßt die trockene Aufzählung 226—232 nicht ahnen, und es ist auch nicht aus dem Aufbau der Theogonie selbst klar, warum gerade die Styx (383—403) den Anlaß bietet, die Allgewalt des siegreichen Zeus durch ein Doppelpaar von Geleitsfiguren eindringlich zu versinnbildlichen und dann einen Ausschnitt aus seiner Regierung zu erzählen, der wiederum mit dem Bild des Allsiegers und Allherrschers schließt. Erst die Erga klären darüber auf, daß schon auf das frühere Gedicht die persönlichen Erlebnisse des Dichters ihre Schatten geworfen, ihn durch Erfahrung gelehrt haben, was ἔριϲ, νείκη, ψευδέεϲ λόγοι, ἀμφιλογίαι, δυϲνομία, ἄτη, ἐπιορκία für arge Gewalten sind; sein eigenes Leben hat ihn getrieben, die Styx, die ihm die epische Konvention

---

selbst sich exzentrisch verhält, aber die Möglichkeit gibt, die Erzählung in die Genealogie hineinzuflechten. Wie diese Episode auf die Geschichten von Rheas Geburten und dem Stamm des Iapetos folgt, so reihen sich in den Stammbäumen die Hekatoncheiren (147—153) an die Titanen; die Kyklopen sind an beiden Stellen (139—146. 501—506) interpoliert. Freilich entsteht dann eine Schwierigkeit, die A. Meyer gebührend hervorgehoben hat: in der Geschichte von Uranos' Entmannung (154—210) können unter den Kindern des Uranos und der Gaia nur die Titanen, nicht die Titanen und Hekatoncheiren verstanden werden. Das ist möglich, wenn mit A. Meyer nicht nur 139—146, sondern auch 147—153 entfernt werden; für die Athetese scheint zu sprechen, daß das γάρ in 154 bei unmittelbarem Anschluß an 138 verständlich wird. Ich halte trotzdem diesen Weg nicht für gangbar, da er zur radikalen Verurteilung der gesamten Titanomachie führt, und möchte eher annehmen, daß der sowieso verdorbene Vers 155 ein schlechter (155 ∼ 138), durch die Interpolation der Kyklopen veranlaßter Ersatz für eine Einleitung der nachfolgenden Erzählung ist, die 154 so ergänzte, daß nur die Titanen verstanden werden konnten. Sie werden 421 f. bezeichnet als ὅϲϲοι γὰρ Γαίηϲ τε καὶ Οὐρανοῦ ἐξεγένοντο (= 154) καὶ τιμὴν ἔλαχον: das zweite Glied paßt auf die Hekatoncheiren nicht, die 148 οὐκ ὀνομαϲτοί heißen.

als furchtbarste Schwurformel bot, zu einem uralten Wesen auszugestalten, das, den Titanensturz überdauernd, sich unauflöslich mit der siegreichen Allmacht des Zeus verbindet, jener Allmacht, die ihm die Kraft gab, in dem ungerechten Treiben um ihn und gegen ihn nicht hoffnungslos unterzugehen[1]. Hier bietet das zweite Gedicht einem ahnenden Verstehen die Möglichkeit, das Lebendige zu sehen, das unter der starren Form der genealogischen Reihen und in den Episoden sprudelt; bei der Hekate, deren Macht der Dichter auch so gespürt haben muß, daß er es für gut hielt, ihr ausdrücklich zu huldigen[2], versagt jedes Zeugnis, und auch der Zusammenhang, der diesen Exkurs unverkennbar mit der kurz vorher behandelten Styxepisode verbindet, reicht nicht aus, um das Rätsel zu lösen.

Die Prometheusfabel ist das Hauptstück der Episode über Iapetos' Söhne, die den Anschluß der Titanomachie an die Jugendgeschichte des Zeus (453—495; 496—500 sind unecht) bedeutungsvoll unterbricht und schon dadurch, daß sie ganz für sich steht, verrät, daß hier wiederum ein besonderes Interesse des Dichters obwaltet. Es gilt lediglich dem listigen Prometheus und dessen unähnlichem Bruder Epimetheus; Menoetios' und Atlas' Frevel und Los werden nur kurz gestreift, um zu veranschaulichen, aus was für einem Rebellengeschlecht Prometheus entsprossen war, der es wagte, Zeus überlisten zu wollen. Die ursprüngliche Erzählung läßt sich leicht aussondern; die Zutaten, so alt sie sind, sitzen nur lose auf. Sowohl der Adler[3] wie Herakles sind längst als

[1] Diese Erwägungen dürften zugleich beweisen, daß die zweite Schilderung der Styx (775—806) zu den in dieser Partie besonders häufigen Interpolationen gehört. Denn 736—745. 767—774. 807—819 sind sicher unecht; dagegen liegt in 746—766 ein hesiodeisches Stück vor, aus dem nur 755—757 ausgeschieden werden müssen. Die Schilderung des Tartaros ist durch Dubletten entstellt; nach den Scholien, die 732 τῶν οὐκ ἐξιτόν ἐστιν lesen, scheint es eine Überlieferung gegeben zu haben, die 728 direkt an 731 anschloß. 732—735 sehen unversehrt aus und können mit 746 verbunden werden.

[2] Damit ist nicht gesagt, daß der ganze sogenannte Hekatehymnus von Hesiod ist; eben weil die Abschweifung so dunkel bleibt, bot sie Gelegenheit zu Wucherungen. Die in doppelter Fassung vorliegende Ausdeutung der Ἑκάτη τρίμορφος (413—415 und 427) löst sich von selbst aus, ebenso die fest umrahmte Erweiterung 426. 428—449 mit dem auch sprachlich anstößigen Anhängsel 450—452. Was dann übrig bleibt (411. 412. 416—425), bietet keinen Anlaß zur Athetese; 412 steht nicht im Widerspruch zu 421 ff., vgl. 399.

[3] Er ist aus der Tityossage übertragen. Der zügellose Riese büßt gerechterweise seine Lust mit der Zerfleischung der Leber, die der Sitz der Begierden ist; für Prometheus paßt die Strafe nicht. Aus der Typhonsage ist der Kaukasus als Ort der Strafe entlehnt, noch vor der Einfügung in Herakles' Fahrt zu den Hesperiden. Nach Pherekydes (Schol. Apoll. 2, 1210) floh Typhon nach dem Kaukasus, wo der Blitz des Zeus den Berg in Brand steckte; Apollonios nennt eine Τυφαονίη πέτρη. Wenn irgend etwas, verdienten die mächtigen Feuer von Baku ein τυφώνιον genannt zu werden. Sie sind schon dem Odysseedichter (μ 59 ff.) bekannt, der die Argo von Aeetes durch eine Meerenge heimfahren läßt, an den πυρὸς ὀλοοῖο θύελλαι vorbei:

sekundär erkannt, weil 613—616 die Befreiung des Frevlers ausschließen und 522 den Anschluß an 534 verlangt. Unmöglich sind ferner die Doppelanreden 543 f. und 559 f.; beidemal muß der erste Vers entfernt werden, der einmal direkt, einmal mit leichter Veränderung aus den Erga 54 übertragen ist. Es ist ferner festgestellt, daß bei Hesiod Zeus sich nur scheinbar überlisten läßt; 550. 551 sitzen unlöslich in der Erzählung fest; nur 552 muß gestrichen werden, da er falsch die Menschen statt Prometheus ergänzt. Eine lahme Interpolation (554. 555) unterbricht den Anschluß von 553 an 556; sie ist schlecht und stümperhaft nach 540 gemacht. Schwerer ist der Zusammenhang der Erzählung dadurch geschädigt, daß der klare und einfache Sinn der Verse 562. 563

ἐκ τούτου δὴ ἔπειτα, δόλου μεμνημένοϲ αἰεί,
οὐκ ἐδίδου μελίῃϲι πυρὸϲ μένοϲ ἀκαμάτοιο

durch einen Zusatz verdunkelt ist, der schon die alten Erklärer zu den seltsamsten Gedankensprüngen verleitet hat:

564 θνητοῖϲ ἀνθρώποιϲ οἳ ἐπὶ χθονὶ ναιετάουϲιν.

Die Scholien deuten das so, als sei der Dativ ἀνθρώποιϲ die Erklärung von μελίῃϲι, und quälen sich nun damit ab zu erklären, wieso die Menschen Eschen genannt werden können. Aber μελίη kann so wenig für μελιηγενήϲ stehen wie λᾶαϲ für λαόϲ, φηγόϲ für Φηγεύϲ, δρύεϲ für Δρύοπεϲ. Nimmt man aber μελίῃϲι als Dativ des Instruments und ἀνθρώποιϲ als indirektes Objekt, so kommt zwar keine absolute Unmöglichkeit, aber doch nur eine gequälte, undeutliche Konstruktion heraus, die höchstens den Gedanken des Interpolators, aber nicht den des Dichters wiedergibt. Dieser ist einfach und klar. Die List des Prometheus, auf die Zeus mit Absicht eingegangen ist, hat den Menschen die wertvollen Portionen der Opfermahlzeit verschafft. Daran will und kann Zeus nichts ändern, aber er nimmt den Menschen die Möglichkeit, Opferschmäuse zu halten. Zum Opfer gehört das Feuer, und das erhalten die Menschen nur durch den Blitz, der die Bäume entzündet; sobald Zeus ihn nicht mehr in die Bäume schlagen läßt, fehlt den Menschen das Opferfeuer.

Daß nach 589 nicht noch einmal ausdrücklich gesagt wird, daß Epimetheus sich verführen läßt, das von Zeus neugeschaffene Übel[1],

es ist der zur Meerenge erweiterte Phasis, der nach der ältesten ionischen Geographie den Pontus mit dem Kaspischen Meer, d. h. dem Ozean, verband (vgl. Quaest. Ionicae, Index von Rostock 1891, 6ff.). Diese Lokalität wurde, wenig passend, zum Strafort des Feuerräubers gemacht; das τυφώνιον ist vergessen, weil die Kunde von den Naphthaquellen am Ostfuß des Kaukasus schon im 5. Jahrhundert verschollen war und weder durch Alexander noch durch Pompeius erneuert wurde.

[1] In der Schilderung des Weibes findet sich eine längst erkannte Doppelfassung; daß 576. 577 das Ursprüngliche, 578—584 eine jüngere Chargierung sind, hat P. Friedländer fein nachgewiesen (Herakles 43).

das Weib, aufzunehmen, bietet keinen Anstoß; diesem wesentlichen Zug, der den Schlußstein der ganzen Konstruktion bildet, hat der Dichter mit voller Absicht dadurch den wichtigsten Platz angewiesen, daß er ihn unmittelbar an die Genealogie anreiht, wie er dort ja auch die Strafe des Prometheus vorwegnimmt. Dagegen muß der Schaden, den das Weib unter den Menschen anrichtet, geschildert werden, da sonst dunkel bleibt, worauf der Dichter mit seiner Konzeption hinaus will; weil diese, soweit das Weib in Frage kommt, seine persönlichste Erfindung ist, kann er nichts voraussetzen und muß ausführlich werden. Also darf die Scheltrede gegen das Weibervolk unter keinen Umständen entfernt werden; ob man 590, den ich vorziehen würde, oder 591 für den richtigen Einleitungsvers hält, macht für das Ganze nichts aus.

Bis 602 läuft der zornige Erguß des Dichters in untadeligem Fluß fort: so sehr er die Rede ins Allgemeine kehrt, so scharf tritt doch der weibliche Typus hervor, über den sich zu ärgern er ganz persönliche Gründe hatte: die faule, putzsüchtige, verschwenderische Frau, die schuld daran ist, daß der arme, sich fleißig quälende Bauer auf keinen grünen Zweig kommt. Dies scharf umrissene Bild aus des Dichters Hause wird verwirrt und zerstört durch die leeren Reflexionen über die Ehe, mit denen ein Spätling die rauhe und bäurische Misogynie des Dichters abzuschwächen versucht hat (603—612); nimmt man sie heraus, so tritt das pleonastische ἕτερον in Vs. 602 in seiner vollen Kraft hervor. Der Schluß versichert noch einmal eindrucksvoll, daß Zeus recht behalten hat: die Menschen werden von den Weibern nicht erlöst und Prometheus nicht von seiner Strafe. Nach alter Weise werden die Hauptgedanken, die am Anfang dem Hörer den Weg gewiesen haben, wie er die Geschichte verstehen soll, am Schluß noch einmal zusammengestellt.

Mehr Schwierigkeiten bereitet die Überarbeitung in den Erga, weil sie planmäßiger vorgegangen ist und durch einen scheinbaren Zusammenhang den alten und echten zerstört hat. »Die Götter haben vor den Menschen das, wovon sie leben, verborgen und enthalten es ihnen vor; sonst würde eines Tages Arbeit genug schaffen für das ganze Jahr, man könnte das Steuerruder in den Rauchfang hängen und Rinder und Maultiere wären überflüssig« (42—46). Dieser Zustand der gegenwärtigen Welt wird aus dem Trug des Prometheus hergeleitet (47 ff.):

> ἀλλὰ Ζεὺϲ ἔκρυψε (nämlich βίον) χολωϲάμενοϲ φρεϲὶν ᾗϲιν
> ὅττι μιν ἐξαπάτηϲε Προμηθεὺϲ ἀγκυλομήτηϲ.
> τοὔνεκ' ἄρ' ἀνθρώποιϲιν ἐμήϲατο κήδεα λυγρά.

Prometheus' Trug war ein doppelter, die Übervorteilung beim Opfer und der Raub des Opferfeuers, den die Theogonie (565) ausdrücklich mit ἐξαπάτησεν charakterisiert. Der vorliegende Text der Erga zwingt Vs. 48 nur auf den Trug beim Opfer zu beziehen, denn er fährt fort:

> 50 κρύψε δὲ πῦρ· τὸ μὲν αὖτις ἐὺς πάις Ἰαπετοῖο
> ἔκλεψ᾽ ἀνθρώποις Διὸς πάρα μητιόεντος.

Das würde an und für sich keinen Anlaß geben, die Verse zu verdächtigen; dagegen entsteht ein anderer Anstoß, der nicht hinwegzuräumen ist. Es muß nämlich κρύψε δὲ πῦρ dieselbe Tat des Zeus bedeuten, wie κρύψε βίον, aber die Gleichung πῦρ = βίος ist erstens schief und unklar, da die Menschen zwar das Feuer zum Leben brauchen, aber nicht von ihm leben; zweitens zerstört sie den Zusammenhang. Denn die Arbeit wurde nicht darum nötig, weil die Menschen kein Feuer hatten; Prometheus verschafft es ihnen ja, aber der Zwang der Arbeit hört darum doch nicht auf. Vielmehr sind die Menschen von den Göttern oder von Zeus dadurch zur Arbeit gezwungen, daß ihnen der Lebensunterhalt entzogen ist, über den sie vor Prometheus' Frevel frei und mühelos verfügen konnten. Also ist vor 50 der richtige Fortgang unterbrochen, und zwar durch einen Bearbeiter; denn der Ausdruck κρύψε δὲ πῦρ ist den echten Worten 47 Ζεὺς ἔκρυψε, die 42 wiederaufnehmen, nachgebildet.

Die kurze Erzählung vom Feuerraub und dem Entschluß des Zeus die Menschen zu strafen, ist der Theogonie entlehnt; auch hier wird das Weib an und für sich als das Übel hingestellt (58), obgleich dies unmöglich die Schlußpointe einer Parabel sein konnte, die auf das Verbergen des Lebensunterhaltes hinauslaufen mußte. So steigt der Verdacht auf, ob vielleicht das Bestreben, die Parabel der Erga mit der Theogonie auszugleichen, zu einer Überarbeitung geführt hat; es fragt sich nur, wie tief diese Überarbeitung eingegriffen hat. Der Verdacht wird bestärkt durch die doppelte Form, in der die Erschaffung des Weibes berichtet wird; daß diese Erzählungen nicht nebeneinander stehen können, sondern die eine die andere ersetzen sollte, hätte nie geleugnet werden dürfen. Es erweckt ein günstiges Vorurteil für die erste (60—69), daß sie nicht nur in sich geschlossen und frei von Widersprüchen ist, sondern auch gegenüber der Theogonie ein Neues bietet. Dort wird nur die blendende äußere Erscheinung des verhängnisvollen Gebildes geschildert; hier wird in sorgfältig abgewogener Steigerung der Plan des Zeus berichtet, dem Ton nicht nur Leben und äußere Schönheit, sondern auch eine Seele zu geben, durch die das Geschenk gefährlich wird; nicht ohne Absicht steht am Schluß »der hündische Sinn und die diebische Art«. Glaubt man

hier einen Dichter zu erkennen, der etwas kann und weiß, was er will, so verrät sich in der zweiten Erzählung (70—82) der unselbständige Stümper. Er folgt zunächst der Theogonie, der er geradezu Verse entlehnt (70∾Theog. 571, 71. 72 = Theog. 572. 573, 76 nach Theog. 587); dann imitiert er schlecht und ungeschickt die jetzt voranstehende Erzählung (78∾67, 79 nach 61). Offenbar sollte diese mit der Theogonie kombiniert und durch das so entstandene Konglomerat ersetzt werden, weil sie von der Theogonie zu stark abzuweichen schien: 70 schließt an 59 ebenso an, wie 571 an 570. Hier ist also mit Händen zu greifen, wie die Theogonie eingewirkt hat. Das Richtige wäre auch schwerlich je verkannt, wenn der Bearbeiter nicht den Einfall gehabt hätte, dem Weibe den Namen Πανδώρη zu verschaffen, den er durch eine schlechte Umdeutung aus einer in Athen gebräuchlichen Bezeichnung der Erde gewonnen hat (Aristoph. Vö. 971 mit Scholl. Philo de opif. mundi 45. de incorr. mundi 12). Diese Umdeutung ist schon einem Vasenmaler bekannt gewesen, der darstellen will, wie Hermes im Auftrag des Zeus die »Pandora« Epimetheus zuführt, dabei aber die aus der Erde aufsteigende Figur der Pandora und den Hammer, den er Epimetheus in die Hand gibt, anderen Darstellungen entlehnt, auf denen kräftige Männer oder Silene eine aus der Erde auftauchende Frau mit Hammerschlägen zu befreien suchen[1]. Aus dem Bild, dessen Deutung durch die Beischriften gesichert ist, folgt allerdings, daß auf jenen anderen Darstellungen Pandora gemeint ist, im echten und ursprünglichen Sinne; daher konnte der Vasenmaler diese echte Pandora benutzen, um die ihm aus Hesiod bekannte Hochzeit des Epimetheus mit der umgedeuteten Pandora darzustellen. Die Überarbeitung des Hesiod ist also älter als das 5. Jahrhundert; das ist nichts Auffallendes, auch Aeschylus kennt nur die überarbeitete Theogonie, nicht die ursprüngliche. Aber so wenig wie aus dem aeschyleischen Prometheus folgt, daß der echte Hesiod die Befreiung des gefesselten Prometheus durch Herakles gekannt hat, so wenig beweist jenes Vasenbild, daß die schlechten und stümperhaften Verse, die mit der Umdeutung des sinnvollen Beinamens der Erde schließen, von Hesiod gedichtet sind.

Klar und anschaulich, mit richtigem Anschluß an 60—69, wird dann erzählt, wie das Gebilde, mit dem Zeus die Menschen heimsuchen will, dem unvorsichtigen Epimetheus in die Hände gespielt wird. Prometheus' Warnungen sind vergeblich gewesen, zu spät erkennt der Betrogene, welch Unheil er sich aufgeladen hat (89):

αὐτὰρ ὁ δεξάμενος, ὅτε δὴ κακὸν εἶχ', ἐνόησεν.

[1] Das Material bei Robert, Hermes 49, 17 ff.

Der Vers könnte die Geschichte abschließen, wenn sie darauf hinauslaufen sollte, daß das Weib an sich durch seine Existenz ein Übel sei. So stellt es die Theogonie dar; dieselbe Auffassung steckt auch in den von der Theogonie abhängigen Versen 57. 58. In diesem Falle würde es, wie schon gesagt, unmöglich sein, in der Geschichte die richtige Fortsetzung der zweifellos hesiodeischen Verse 42—49 zu sehen. Tatsächlich aber ist Vs. 89 kein Abschluß, sondern wird fortgesetzt mit Versen, die zunächst — bis 92 — mühelos verstanden werden und richtig anschließen: sie leiten offenbar eine Fortsetzung ein, die schildern soll, was für ein Unheil das Weib angerichtet hat. Das ist freilich gegenüber der Theogonie eine Neuerung, das Weib ist nicht mehr oder nicht nur durch ihr Sein und ihre Art ein Übel, sondern sie bringt durch eine bestimmte Handlung Übel in die Welt, die es vorher nicht gab. Eine solche Korrektur seiner frühern Dichtung Hesiod abzusprechen, liegt nicht der mindeste Grund vor; mit den Vss. 57. 58 verträgt sie sich freilich nicht, aber sie gehören zu einer sowieso verdächtigen Partie.

Zwischen 92 und 94 — 93 fehlt in der guten Überlieferung — reißt der Zusammenhang. Plötzlich taucht ein Faß auf, von dem nirgend vorher die Rede gewesen ist; zu ἐσκέδασ' 95 fehlt das Objekt. Man pflegt die Übel zu ergänzen, von denen nach 91. 92 die Menschen früher frei waren; das ist hart und gezwungen, und was schlimmer ist, unscharf; denn die Krankheiten sind nach 100ff. nie im Faß gewesen. Endlich bleibt das Problem, was es bedeuten soll, daß alle Übel sich über die Welt ausbreiten und nur eins, die Hoffnung, im Faß zurückbleibt. Ist sie damit den Menschen entzogen oder nicht[1]? Vergeblich quälen sich antike und moderne Erklärer mit dem Text ab; auch mit der Annahme, daß Hesiod die Parabel übernommen und umgestaltet habe, ist nichts gewonnen, denn es ist nicht abzusehen warum der Dichter, der sonst seine eigenen Gedanken vielleicht schwerfällig, aber immer klar und zuammenhängend auszudrücken weiß, so hilflos im Stoff stecken geblieben ist. Den antiken Philologen ist es nicht zu verdenken, wenn sie auf irgendeine Weise mit dem überlieferten Text fertig zu werden suchten[2], den anzuzweifeln jenseit ihrer Methoden

[1] Von allen Erklärungen ist sicherlich die feinste die, welche Welcker aufgestellt hat (Griech. Götterl. 1, 758): »*so daß also die herausgesprungenen Übel nun hoffnunglos, unheilbar und dauernd waren.*« Aber auch sie legt nur unter, nicht aus.

[2] Sie helfen sich damit, daß sie Ω 527ff. heranziehen, obgleich hier von zwei Fässern die Rede ist. Aristonikos zu Ω 527 ὅτι ἐντεῦθεν Ἡσιόδωι τὸ περὶ τοῦ πίθου μύθευμα. schol. T τοῦτο πρὸς παραμυθίαν τοῦ λέγοντος, ἐπεὶ τοι τὸ ἀληθὲς θεοὶ δωτῆρες ἐάων (Od. Θ 325). καὶ Ἡσίοδος ἐντεῦθεν τὴν ἐλπίδα τῶν κακῶν φησιν εἶναι ἐν τῶι πίθωι. Procl. zu Vs. 94 ... περιέχει οὗτος τοὺς παρ' Ὁμήρωι δύο πίθους ... zu Vs. 97 (zur Überlieferung vgl. H. Schultz, die handschr. Überlief. d. Hes. Scholl. 73) ⟨π⟩ῶς, φη-

lag; dagegen würden die modernen wohl offenherziger eingestanden haben, diesen Text nicht verstehen zu können, wenn sie es nicht für ihre Aufgabe hielten, sich gegen die Lösung zu wehren, die den Knoten zerhaut, indem sie Faß und Hoffnung kurzweg hinauswirft. Diese Lösung wird allerdings schon dadurch widerraten, daß sie nicht erklärt, wie jene eigentümlichen Motive hineingekommen sind, ferner endgültig darauf verzichtet, den Schluß der Geschichte von der Erschaffung des Weibes zu finden, da 89, wie schon gezeigt wurde, diesen nicht liefern kann. Mögen nun aber die Verse von Hesiod sein oder nicht, sie lassen sich nur verstehen, wenn sie zu einem klaren Zusammenhang ergänzt werden. Diese Ergänzung kann nur aus dem Kern der Geschichte heraus gefunden werden, und den bildet offenbar die eigentümliche Verbindung, in die Faß und Hoffnung gebracht sind. Sie ergibt sich leicht und ungezwungen: das große in die Erde gegrabene Tonfaß ist das Sinnbild der Vorräte, auf die der Mensch angewiesen ist; wenn das Weib die Vorräte verstreut und durch die spät eingreifende Gnade des Zeus[1] nur die Hoffnung zurückbleibt, hat er nichts mehr zu leben, denn wen die Hoffnung nährt, verhungert. Zu Eurip. Phoen. 396 αἱ δ' ἐλπίδες βόσκουσι φυγάδας, ὡς λόγος bemerkt der Scholiast ἐντεῦθεν ἡ παροιμία· »αἱ δ' ἐλπίδες βόσκουσι τοὺς κενοὺς βροτῶν«. So auch Semonides (frg. 1, 6) ἐλπὶς δὲ πάντας κἀπιπειθείη τρέφει ἄπρηκτον ὁρμαίνοντας. Wenigstens ein antiker Erklärer hat das Richtige gefunden (Procl. zu 97): οἰκείως δὲ ὁ πίθος εἰσάγεται διὰ τὴν πειθὼ τὴν ἀπὸ τῶν γυναικῶν ἀγαθῶν μὲν κενός, ἐλπίδας δὲ μόνας ἔχων κενάς, und dieselbe Auffassung enthält die 58. Fabel des Babrius, die durch Ausschaltung des Weibes der Parabel allerdings einen charakteristischen Zug nimmt, aber den ursprünglichen Sinn des Fasses und der Hoffnung aus dem Volksempfinden wiederherstellt.

σιν, ἔμεινεν ἐν τῶι πίθωι ἡ ἐλπίς· ἔστι γὰρ [τοῦτο] ἐν ἀνθρώποις. τοῦτο δὲ καὶ Κωμανὸς ὁ ἀρχιοινοχόος τοῦ βασιλέως προύτεινεν. φησὶν οὖν Ἀρίσταρχος ὅτι ἡ μὲν τῶν κακῶν ἔμεινεν, ἡ δὲ τῶν ἀγαθῶν ἐξῆλθεν· ὅθεν ἀκυρολογοῦμεν λέγοντες ἐλπίζειν κακά. || κακὰ δὲ λέγειν ἐπὶ ἀγαθῶν τι (ἢ cod.) ἀλλ' ⟨ἢ⟩ ἐπὶ θεῶν ⟨κακὰ λέγειν⟩· ὁ δὲ Ἡσίοδος ἀκύρως ἐπὶ κακῶν εἶπεν. Das Exzerpt enthält dieselbe Notiz in zwei Fassungen; in κακὰ δὲ λέγειν κτλ. steckt Komanos' Protasis. Trotz der Zerstörung läßt sich Aristarchs Meinung erkennen: in dem Faß bei Hesiod ist der Inhalt der beiden homerischen Fässer vereinigt, Güter und Übel; die zurückbleibende Hoffnung muß (wegen Vs. 100) ein κακόν sein. Das bemüht er sich zu rechtfertigen, indem er eine doppelte ἐλπίς ansetzt. Mit alledem wird keine Schwierigkeit der Stelle behoben.

[1] Vs. 98 ist ἐπέλλαβε die allein richtige Lesung; vgl. das Scholion ἔνιοι δὲ ἐπ' αὐτοῦ τοῦ πώματος ἐκδέχονται, ὅτι δι' ἑαυτοῦ συγκλεισθὲν ἐπέσχε τὴν ἐλπίδα und Babr. 58, 7 μόνη δ' ἔλειπεν ἐλπίς, ἣν κατειλήφει τεθὲν τὸ πῶμα. Nur bei dieser Lesung kann der für den ursprünglichen Zusammenhang unentbehrliche Vs. 99 stehenbleiben; er wurde gestrichen (vgl. das Zitat des falschen Plutarch in Cons. ad Apollon. 7), weil er zu dem Faß der Übel nicht zu passen schien, und diese Streichung führte dazu, ἐπέλλαβε in ἐπέμβαλε zu ändern.

Der Inhalt des Fasses läßt sich scharf und kurz mit einem Worte bezeichnen: es enthält den βίος, alles was der Mensch zum Leben nötig hat. Wenn das fein säuberlich aufgespeichert ihm zur Verfügung steht, braucht er sich keine Sorgen zu machen; sobald es aber leichtsinnig vergeudet ist, hört die sorgenlose Existenz auf. Durch diese einfache Überlegung verknüpft sich die Parabel vom Faß und der Hoffnung so leicht und so fest mit den Versen 47 ff., daß jeder Zweifel nicht nur an ihrem hesiodeischen Ursprung schwinden muß, sondern auch daran, daß sie der richtige Schluß der dort beginnenden Geschichte ist. Diese ist im wesentlichen unversehrt erhalten, nur müssen die störenden Interpolationen 50—59. 70—80 entfernt werden. Den Trug des Prometheus deutet der Dichter nur kurz an; er war ja in der Theogonie erzählt. Dagegen stellt er die Erschaffung des Weibes anders dar, mit leicht zu erratender Absicht: dies kunstfertige, reizvolle, listige Gebilde vermag Epimetheus so zu betören, daß er sie zur Herrin des Hauses macht und ihr das Faß anvertraut, das aufs sorgfältigste gehütet werden muß. Nach 92 sind einige Verse gestrichen, die den Sinn des Fasses erklärten. Durch diese Streichung hat der Überarbeiter die Geschichte zerstört und ihr den schiefen und lahmen Sinn gegeben, daß das Weib die Übel direkt in die Welt bringt. Das schien ihm der Theogonie besser zu entsprechen; er hatte ja den Sinn von 47 schon dadurch verdorben, daß er βίος und πῦρ gleichsetzte. Ferner mag ihn auch noch etwas anderes bewogen haben, durch das, wie zugegeben werden muß, Hesiod selbst schon die Einheitlichkeit seiner Konzeption getrübt hatte. Mit der Arbeit, die das Weib durch ihren Leichtsinn notwendig macht, verbindet er die Krankheiten, die den Menschen tückisch befallen; schon in den einleitenden Versen werden sie erwähnt und Vs. 100 an die Parabel vom Faß etwas anorganisch angehängt. Die Krankheiten sind Übel, die in der Welt herumfahren[1]; im Faß waren Güter, die zerstreut wurden: als die richtige Beziehung auf 47 ff. verwischt war, lag es nahe, die Güter ebenfalls in Übel zu verwandeln. Glücklicherweise ließ die Bearbeitung die Hoffnung stehen, obgleich sie damit zum Rätsel wurde.

Wuchtig schließt Vs. 105 das Ganze ab, absichtlich an Theogonie 613 anklingend, wie auch 95 den Anfang der Parabel (49) wieder aufnimmt.

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß die Erzählung der Erga die der Theogonie voraussetzt und umbildet; diese muß also zunächst durch die Analyse aufgeschlossen werden. Sie zerlegt sich von selbst in drei

[1] Aus ἄλλα Vs. 100 folgt nicht, daß auch die anderen Übel umherschweifen; es heißt einfach »außerdem« nach dem bekannten homerischen Sprachgebrauch: Od. ζ 84 οὐκ οἴην, ἅμα τῆι γε καὶ ἀμφίπολοι κίον ἄλλαι.

heterogene Elemente, die der Dichter mit kühner Rücksichtslosigkeit zusammengezwängt hat. Voran steht ein aetiologischer Schwank, der ursprünglich naiv erzählte, daß die Menschen Vater Zeus überlistet und darum vom Opferschmaus das beste Teil erhalten haben. Erst der grübelnde Dichter gab ihm die moralische Spitze und ließ Zeus den Trug durchschauen, unbekümmert darum, daß die Geschichte dadurch ihren Sinn verlor. Er wird auch an die Stelle der Menschen Prometheus gesetzt haben, um eine zweite Geschichte dranhängen zu können, die mit dieser Gestalt unlöslich zusammenhängt. Doch veränderte er auch diese, indem er aus dem Feuerträger den Feuerräuber machte. ἔνθ' ὁ πυρφόρος Τιτὰν Προμηθεύς, sagt Sophokles (Oed. Col. 55) bei der Beschreibung des Kolonos; der Titel der aeschyleischen Tragödie ist bekannt. Das Wort πυρφόρος[1] bedeutet stets den Feuerträger, nie den Feuerbringer. Es kommt im griechischen Kult oft vor, daß ein Opferfeuer von einem Ort zum andern übertragen wird: das ist die echte und alte Funktion des πυρφόρος[2]. Als Transportmittel dient die markreiche Narthexstaude, in der die Kohle lange glimmt; sie wird in Kleinasien noch jetzt zum Transport des Feuers gebraucht; wenn Hesiod (Theog. 567) sie ausdrücklich erwähnt, verrät er damit, daß auch sein Prometheus ursprünglich ein πυρφόρος gewesen ist. Er bringt ja auch bei ihm nicht, wie bei Aeschylos, den Menschen das Feuer als ein Mittel der technischen Kultur, das sie vorher nicht gehabt haben, sondern er will sie in den Stand setzen, wieder Opferschmäuse zu halten, indem er das reine, himmlische Feuer für sie stiehlt, das allein beim Opfer verwandt werden darf und das Zeus ihnen, nachdem sie es schon gehabt haben, dadurch vorenthält, daß er seinen Blitz nicht mehr in die Eschen schlagen läßt. Sein Frevel ist, daß er Zeus' Absichten durchkreuzt, nicht daß er den Menschen eine Göttergabe verschafft, die sie nicht kannten und nicht kennen sollten. In Athen sah man in dem »Vorbedacht«, der ersonnen hatte, wie man heiliges Feuer von einem Ort zum andern schaffte, keinen Rebellen gegen das Regiment der Götter. Dort entwickelte sich aus dem Feuertragen der Fackellauf[3], der vom Altar des Πρόμηθος ausging[4]. Da in der Akademie, wo dieser Altar stand, auch der Ζεὺς Μόριος verehrt wurde, dessen eigentlicher Name

[1] Die Stellen sind von Welcker, Nachtr. z. aeschyl. Tril. 31 gesammelt.

[2] Vgl. Stengel, Cultusalterth. 88. Als Beispiel mag der spartanische Gebrauch angeführt werden, den der König beim Ausmarsch zu beobachten hat (Xenoph. resp. Laced. 13, 2): θύει μὲν γὰρ πρῶτον, οἴκοι ὤν, Διὶ Ἀγήτορι καὶ οἱ σὺν αὐτῷ· ἢν δὲ ἐνταῦθα καλλιερήσῃ, λαβὼν ὁ πυρφόρος πῦρ ἀπὸ τοῦ βωμοῦ προηγεῖται ἐπὶ τὰ ὅρια τῆς χώρας, ὁ δὲ βασιλεὺς ἐκεῖ αὖ θύεται Διὶ καὶ Ἀθηνᾷ.

[3] Das hat Euripides richtig verstanden (Phoen. 1121): δεξιᾷ δὲ λαμπάδα Τιτὰν Προμηθεὺς ἔφερεν.

[4] Wilamowitz, Aeschylos 142^3. 144^4.

Καταιβάτης war[1], liegt es nahe, hier einen alten, später verklungenen Zusammenhang mit dem Fackellauf zu erschließen, der ursprünglich ein Blitzfeuer zu einem andern Altar übertragen sollte und seinen Sinn verlor, als er zum Agon ausgestaltet und von den Promethien auf andere Feste übertragen wurde.

Wie dem aber auch sein möge, das zeigt der attische Kult unwiderleglich, daß der Feuerträger ursprünglich eine harmlose Figur war, der es sehr ferne lag, den Göttern etwas zu stehlen oder gegen Zeus zu rebellieren. Zum listigen — keineswegs zum trotzigen — Rebellen, der mitleidlos bestraft wird, hat ihn erst Hesiod gemacht, mit merkbarer Mühe, die verrät, daß der Feuerraub, der nach Hesiod die berühmteste, ja die charakteristische Tat des Prometheus ist, dem Dichter keineswegs von der Überlieferung zu bequemer Benutzung geboten wurde. Er muß sie erst konstruieren dadurch, daß er den Opfertrug davorschiebt, mit dem Prometheus ursprünglich nichts zu schaffen hatte. Im Schwank lief die Überlistung der Götter für die Menschen günstig ab; daran vermochte auch Hesiods Erfindungsgabe nur das zu neuern, daß Zeus die List merkt und die Strafe verschiebt. Der Dichter erreicht aber durch diesen Umweg, daß er motiviert, warum Zeus das Opferfeuer den Menschen entzieht, das diese vorher schon hatten; nur so kann aus dem Transport des Feuers vom Himmel zur Erde ein Frevel werden, der für die Bestrafung des Prometheus sowohl wie der Menschen einen zureichenden Grund abgibt. Das ist eine recht komplizierte Konstruktion, und doch gilt die ganze Mühe nicht etwa dem Zweck, eine große Gestalt zu schaffen, die in mächtigem Ringen gegen die göttliche Allmacht ankämpft und untergeht; wenn Hesiod so etwas gewollt hätte, durfte die Geschichte nicht in den Einfall auslaufen, daß Zeus die Menschen für den Vorteil, den ihnen Prometheus mit dem Opferfeuer verschafft, schädigt, indem er ihnen das Weib auf den Hals schickt. Gerade dieser Schluß ist aber ohne jeden Zweifel dem Dichter die Hauptsache gewesen, auf die er letzten Endes hinaus wollte; hier bricht sein knorriger, urwüchsiger Individualismus durch, der das persönliche Erleben gewaltsam, rücksichtslos in die dichterische Form zwängt. Durch die Art, wie er, die epische Anrufung der Musen von Grund aus umgestaltend, seine persönliche Berufung zum Rhapsoden an die Spitze seines Gedichtes stellt, ist er das hellenische Gegenstück der israelitischen Propheten; daß er seine ehelichen Erlebnisse in seine Götter- und Titanenpoesie hineinzieht, vergleicht sich ohne

---

[1] Apollodor im Schol. Soph. OC 705, das Zitat hängt mit dem andern über Prometheus Schol. 56 zusammen: περὶ Ἀκαδημείαν ἔστιν ὅ τε τοῦ Καταιβάτου Διὸς βωμός, ὃν καὶ Μόριον καλοῦσιν, τῶν ἐκεῖ μορίων παρὰ τὸ τῆς Ἀθηνᾶς ἱερὸν ἱδρυμένων. Über die μορίαι in der Akademie vgl. Aristoph. Wo. 1005 und Suid. μορίαι.

weiteres mit Hosea, dem die eigene ehebrecherische Frau zum Symbol des abtrünnigen Israel geworden ist. So verschieden alles einzelne ist, gleich ist die kraftvolle Empfindung des eigenen Ich, die danach ringt, sich zu formen und durch die Form sich von sich selbst zu befreien; gleich ist auch, daß diese Empfindung direkt, ungehemmt zu Gott ansteigt. Hesiod will sich nicht darin schicken, daß das Übel, unter dem er jeden Tag und jede Stunde leidet, das ihm Haus und Habe verwüstet, ein dummer, sinnloser Zufall sein soll; es ist vom allmächtigen und allgerechten Zeus gesandt, aus guten Gründen. So ringt er sich zu dem Glauben durch, der ihn hält und tröstet in seinem kummervollen Dasein[1]: die Echtheit dieses Glaubens läßt sich durch kein Stil- und Formgefühl davon abhalten, sich die Zänkerei mit einem unordentlichen, verschwenderischen Weibe *sub specie aeterni* vorzustellen und das eigene Hauskreuz als maßgebenden Faktor in eine Reflexion über das Verhältnis von Mensch und Gott einzureihen.

Der Dichter hatte zu viel mit sich selbst zu tun, als daß es ihm hätte gelingen können, die Elemente, aus denen er seine Konzeption zusammenfügt, zu einer glatten und gefälligen Einheit zu verschmelzen. Es läßt sich noch sehen, wie er dazu kam, den feuertragenden Prometheus zum Helden des Opferschwankes zu machen: das Opfern ist das Verbindungsglied. Aus dem Opferschwank gewann er den Typus des Listigen, der klüger als Zeus sein will, und gestaltete danach das Feuertragen um. Unerklärlich aber bleibt der Sprung von den Freveln des Prometheus zu dem Schlußmotiv: man mag das Persönliche noch so sehr als das treibende Motiv ansehen, es reicht doch nicht aus, um die Mühe zu erklären, die sich der Dichter mit dem Prometheusmythus gegeben hat. Wie kam er zu dieser Schöpfung, wenn sie ihm nicht die Hauptsache war? Wie verfiel er darauf, die Erschaffung des Weibes mit Geschichten von Prometheus zu kombinieren? Die Antwort auf diese keineswegs müßigen Fragen gibt der Weiberfeind bei Menander (frg. 535):

> εἶτ' οὐ δικαίωϲ προϲπεπατταλευμένον
> γράφουϲι τὸν Προμηθέα πρὸϲ ταῖϲ πέτραιϲ,
> καὶ γίνετ' αὐτῶι λαμπάϲ, ἄλλο δ' οὐδὲ ἓν
> ἀγαθόν; ὃ μιϲεῖν οἶμ' ἅπανταϲ τοὺϲ θεούϲ,
> γυναῖκαϲ ἔπλαϲεν, ὦ πολυτίμητοι θεοί,
> ἔθνοϲ μιαρόν.

[1] Daß 36 ff. und 104 ff. einen Hymnus an die Musen vom Olymp umrahmen, den Hesiod auf die Erzählung seiner Offenbarung folgen ließ, hat P. Friedländer (Hermes 49, 1 ff.) erkannt; aber auch hier wird das volle Verständnis erst möglich, wenn die späteren Wucherungen beseitigt werden. Der echte Hymnus besteht aus 36. 37. 52 (37 = 51 zeigt die Einlage; sie verschiebt das Thema der Theogonie)—61. 68—74. Auf das Schlußbild des im Himmel thronenden, siegreichen Zeus kam es dem Dichter an; mit dem Wust, der dann folgt (75—103) hat er nichts zu schaffen.

Das hat nur dann Sinn, wenn es eine allgemeinbekannte Geschichte gab, nach der Prometheus die Weiber gebildet hatte, nicht etwa alle Menschen und lebenden Wesen, wie z. B. Philemon (frg. 89) behauptet[1]. Der ursprüngliche Sinn dieser Parabel ist nicht mehr zu erraten; aber war sie schon Hesiod bekannt, dann wird deutlich, wie er darauf verfallen konnte, die Prometheusgeschichten mit der Bildung des Weibes zu kombinieren. Es ist immerhin zu beachten, daß bei ihm Hephaestos, den er das Weib formen läßt, aus einem Schmied ein Töpfer (Theog. 571, noch deutlicher Erga 61) geworden ist: das ist das Handwerk des Prometheus[2]. Daß Hesiod diese Beziehung des Prometheus zum Weibervolk wieder aufhob, spricht nicht dagegen, daß er sie vorfand und sich dadurch anregen ließ; aus dem Bildner des Weibes wird bei ihm der listige Rebell, der schuld daran ist, daß Zeus durch Hephaestos das Weib bilden läßt. Der kluge Prometheus wollte auch dann noch die Menschen vor dem neuen Unheil behüten; das vereitelte der törichte »Nachbedacht«, eine Figur, die in die Konzeption des Dichters so haarscharf hineinpaßt, daß man mit Fug und Recht vermuten darf, er habe sie für eben diesen Zweck erfunden.

Alle wesentlichen Motive der Dichtung kehren in den Erga wieder. Auch der misogyne Schluß ist geblieben, mit der bestimmten persönlichen Färbung: es ist wieder das faule, verschwenderische Weib, das die Erfindungsgabe des grollenden Dichters in Bewegung setzt. Aber diesmal ist das Gebilde des Zeus nicht die Urmutter der unnützen Drohnen, die des Mannes Arbeit auffressen, sondern jetzt handelt die erste Hausfrau gleich so, daß sie alles verschwendet und den Menschen für immer zur Arbeit zwingt; so erreicht Zeus seine Absicht, den Menschen »das Leben zu verstecken«. Damit ist die Konzeption straffer und geschlossener geworden; den Vorteil, daß der Trug des Prometheus aus der Theogonie bekannt war, läßt sich der Dichter nicht entgehen und erwähnt ihn nur kurz, korrigiert aber die Erzählung von der Bildung des Weibes, um den Schluß besser zu motivieren.

[1] Vgl. Wilamowitz, Aeschylos 145, der auch auf Luc. Prom. 3 τοὺς ἀνθρώπους ἀνέπλασας, πανουργότατα ζῷα, καὶ μάλιστά γε τὰς γυναῖκας und ebenso 17 verweist. Nicht so sicher scheint mir, ob Aesch. frg. 369 auf diese Geschichte zurückgeht und nicht vielmehr auf Hesiod, wie ein zweites Fragment über die Pandora, das ebenfalls in den Hesiodscholien steht und von Dimitrijević, Studia Hesiodea 59, Aeschylos zugewiesen ist: Procl. Erga 89 ⟨Αἰσχύλος⟩ φησιν ὅτι Προμηθεὺς τὸν τῶν κακῶν πίθον παρὰ τῶν Σατύρων λαβὼν καὶ παραθέμενος τῶι Ἐπιμηθεῖ παρήγγειλε τὴν Πανδώραν μὴ δέξασθαι. Das kann kaum in einem anderen Stück als dem Προμηθεὺς πυρκαεύς gestanden haben; aus diesem ersten Versuch ist die Prometheustrilogie hervorgewachsen.

[2] Lucian. Prom. es in verb. 2 καὶ αὐτοὶ δὲ Ἀθηναῖοι τοὺς χυτρέας καὶ ἰπνοποιοὺς καὶ πάντας ὅσοι πηλουργοί, Προμηθέας ἀπεκάλουν ἀποσκώπτοντες ἐς τὸ πηλουργεῖν καὶ [τὸν πηλὸν εἶναι codd.] τὴν ἐν πυρὶ οἶμαι τῶν σκευῶν ὄπτησιν.

Im letzten Grunde ist der Ratschluß des Zeus, dem keiner entgeht, auch hier der Mittelpunkt.

Hesiod wird der Ruhm bleiben, die Gestalt des gegen Zeus sich auflehnenden Prometheus geschaffen zu haben; allerdings wirkte die Erfindung erst, als sie in die Heraklessage eingefügt war. Aber zum Prometheus des Aeschylos führt weder von dem echten noch von dem überarbeiteten Hesiod ein direkter Weg; es mußte noch eine weitere Umbildung eintreten, die dem Tragiker im vollen Umfange zuzuschreiben nicht ratsam ist. Bei ihm ist das Feuer, das Prometheus vom Himmel holt, nicht mehr das Opferfeuer, sondern das Element, ohne das die technische Kultur der Menschen nicht bestehen kann (Prom. 109 f.):

> ναρθηκοπλήρωτον δὲ θηρῶμαι πυρόϲ
> πηγὴν κλοπαίαν, ἣ διδάϲκαλοϲ τέχνηϲ
> πάϲηϲ βροτοῖϲ πέφηνε καὶ μέγαϲ πόροϲ.

Aus dem »Vorbedacht«, der dafür sorgt, daß die Kohle in der Narthexstaude nicht ausgeht und das Feuer im Töpferofen nicht zu hitzig wird und Unheil anrichtet, ist nicht nur der kunstfertige Töpfer, der das Weib bildet, sondern weiterhin der τεχνίτηϲ[1] im umfassenden Sinne geworden (Prom. 505):

> βραχεῖ δὲ μύθωι πάντα ϲυλλήβδην μάθε,
> πᾶϲαι τέχναι βροτοῖϲιν ἐκ Προμηθέωϲ.

Das vereinigt sich mit der Rebellengestalt Hesiods für das hellenische Denken dahin, daß das menschliche Wissen und Können, das den Erfolg vorausberechnet und seiner im voraus sicher ist[2], ein Eingriff in das göttliche Regiment ist, zu dem die Olympier scheel sehen; die altisraelitische Vorstellung läßt sich vergleichen, daß die Erkenntnis dessen, was dem Menschen frommt und schadet, eine verbotene Frucht ist, weil ihr Genuß Gott gleich macht. Aeschylos ist diese Konzeption

[1] Das tritt deutlich in den Geschichten von der Athenageburt hervor, wo Prometheus mit dem Palamaon der Orphiker wechselt (Eur. Ion. 452. Philod. π. εὐϲ. 59. schol. Pind. Ol. 7, 65).

[2] Dazu paßt auf den ersten Blick der merkwürdige Gedanke nicht, daß Prometheus den Menschen die »blinde Hoffnung« reicht, die sie daran hindert, ihren Tod vorauszusehen. Ich möchte mit Bestimmtheit annehmen, daß er aus den Erga entwickelt ist, weil hier dieselbe anorganische Verbindung zwischen der Ἐλπίϲ und den Krankheiten auftritt wie dort. Sie ist geistvoll so gedacht, daß die täuschende Hoffnung dem Menschen die Möglichkeit gibt zu schaffen und zu wirken, als höre das Leben nicht auf: das ist ein Geschenk wie es dem aeschyleischen Prometheus ansteht. Wilamowitz wundert sich mit Recht darüber, daß diese »Parallele zur Elpis der Erga« so kurz behandelt ist (Aesch. 131): wenn meine Vermutung, daß der Προμηθεὺϲ πυρκαεύϲ die Pandorafabel dramatisierte, richtig ist, könnte Aeschylos sich selbst wiederholt haben. Übrigens ist es nicht nötig, mit Wilamowitz nach 246 eine Lücke anzusetzen, wenn man annimmt, daß der Chor Prometheus unterbricht und der unvollständige Satz 248 fortgesetzt wird.

schon darum nicht zuzutrauen, weil sie seinem Glauben widerspricht. So tief dieser Glaube in dem Gefühl wurzelt, daß der Mensch ohnmächtig gegenüber den Himmel und Erde regierenden Gewalten sei, dagegen bäumt er sich auf, daß der die Natur zwingende Menschengeist in dumpfer Furcht einer neidischen Göttermacht seine Erfolge stehlen solle. Es braucht hier nicht erörtert zu werden, daß die äußeren Lösungen des Konfliktes, den der Tragiker zu titanischer Kraft steigerte, nur Bühnenlösungen gewesen sein können; sie sind auch nur in so allgemeinen Umrissen bekannt oder erschlossen, daß eine ins Innere seines Denkens reichende Würdigung unmöglich ist. Eins aber läßt das erhaltene Stück erkennen, das ihm zu eigen gehört und den Weg zeigt, der ihn aus den Zweifeln hinausführen sollte: dieselbe Themis, die Zeus die Allgewalt verschafft und mit ihm das Regiment der Götter geordnet hat, ist die Mutter des trotzigen Erfindergeistes, von der er das Geheimnis weiß, mit dem er von Zeus die Befreiung erzwingt. Das ist ein Gedanke, den erst Aeschylos in die Titanomachie und die durchaus nicht tiefsinnige Geschichte vom Streit des Zeus und Poseidon um die Thetis hineingetragen hat, der Überlieferung zum Trotz; der Größe dieses Gedankens kann jeder Versuch, ihn in moderne Abstraktionen zu übersetzen, nur Eintrag tun.

Ausgegeben am 18. Februar.

1915.

VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

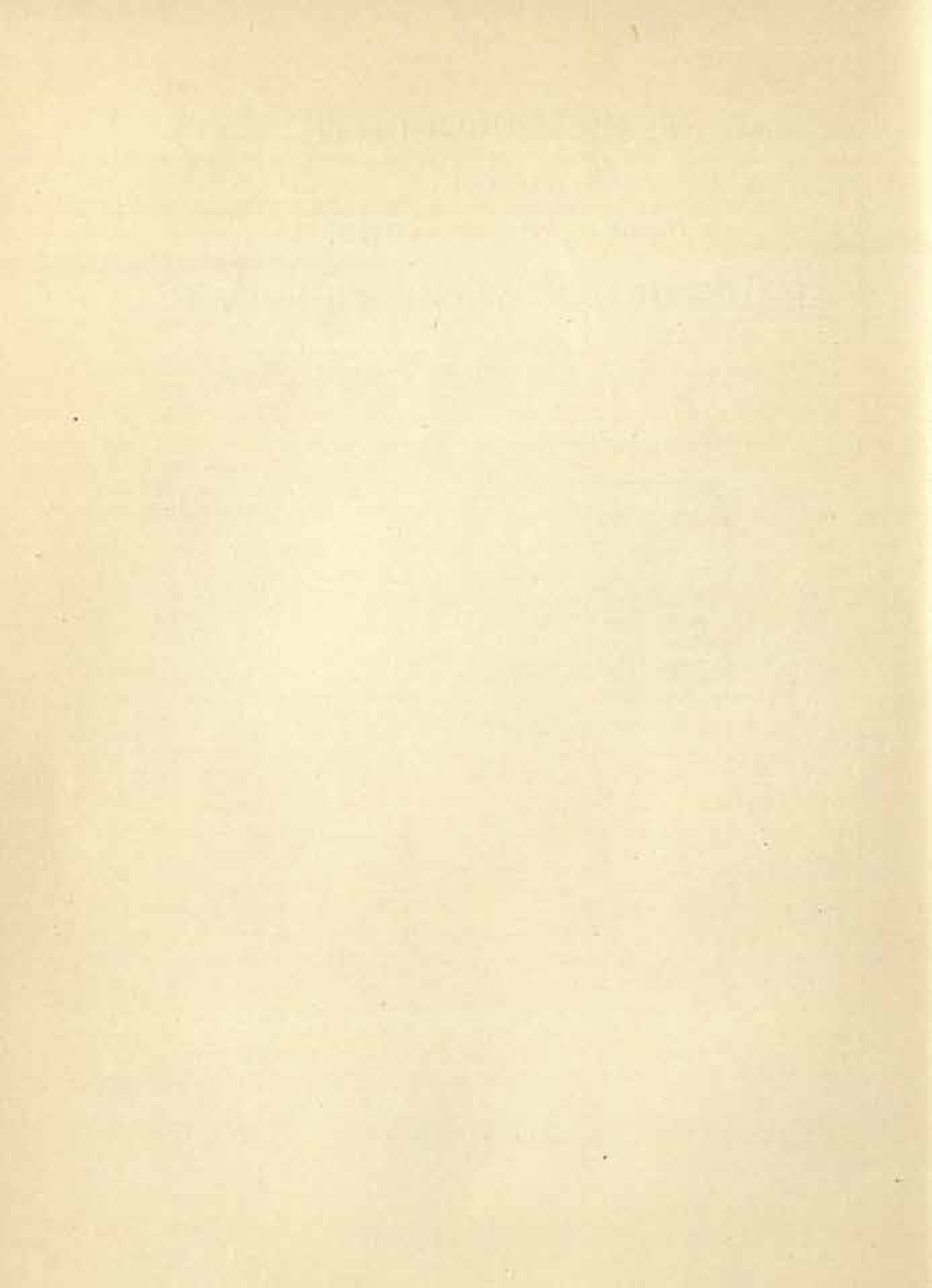
11. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Waldeyer.

*Hr. Müller-Breslau las: Über den Ersatz von Betonfundamenten durch eiserne, ins Erdreich versenkte Platten für versetzbar konstruierte Luftschiffhallen.

Es werden die Grundlagen der hier vorliegenden schwierigen Aufgabe aus der Theorie der Grenzzustände des Gleichgewichtes sandförmiger Massen erörtert und die Ergebnisse von Versuchen mitgeteilt, die vom Vortragenden zur Stützung seiner Berechnungen in der Versuchsanstalt für Statik an der Technischen Hochschule angestellt worden sind. Bereits Ende vorigen Jahres konnte diese Untersuchung beim Bau einer versetzbar konstruierten großen Luftschiffhalle verwertet werden. Diese Gründungsart ist besonders wichtig, wenn bei strengem Frost die Herstellung von Betonfundamenten auf Schwierigkeiten stößt.

Ausgegeben am 18. Februar.



1915.

IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

11. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. Roethe sprach über drei altdeutsche Segen.

Im ersten Merseburger Zauberspruch wird *heraduoder* zerlegt: *her aduo der* »hierhin oder dahin«. Der epische Teil des zweiten Zauberspruchs wird als paradigmatische Handlung aus dem Leben erklärt, in der ein Gegensatz zwischen männlicher und weiblicher Zauber- und Heilkunst zutage tritt. Der Züricher Mahrenspruch wird im ganzen Umfange besprochen und zum Teil neu gedeutet; *marisere* = *mar-isere* 'verbena incubi'.

2. Hr. Eduard Meyer sprach über einige ägyptische Dokumente aus der Perserzeit. (Ersch. später.)

Im Anschluß an Spiegelbergs Werk »Die sogenannte demotische Chronik« wurden die in dieser enthaltenen Prophezeiungen über die Geschichte Ägyptens in der Perserzeit näher erläutert und ihre Analogie zu Daniel und anderen alttestamentlichen Prophezeiungen besprochen, ferner der auf der Rückseite stehende Erlaß des Kambyses und die Gesetzessammlung des Darius, deren Eingang hier erhalten ist.

3. Hr. Erman legte einen Aufsatz vor: Unterschiede zwischen den koptischen Dialekten bei der Wortverbindung. (Ersch. später.)

Die tonlosen Silben werden im unterägyptischen Dialekt nicht ganz so stark verkürzt wie im oberägyptischen, und auch sonst sind die Wortverbindungen in jenem weniger fest geschlossen als in diesem.

4. Hr. von Harnack übergab eine Abhandlung über die goldenen Jubiläen in der Akademie.

In Anlaß des Todes des Hrn. von Auwers, der der Akademie fast 49 Jahre als Mitglied angehört hat, werden die goldenen Jubiläen in der Akademie zusammengestellt und die Jubilare in ihrer Bedeutung für die innere Geschichte der Akademie kurz charakterisiert.

5. Hr. Norden überreichte sein Werk Ennius und Vergilius. (Leipzig und Berlin 1915).

Die goldenen Jubiläen in der Königl. Akademie der Wissenschaften.

Ein Beitrag zur Geschichte der Akademie.

Von Adolf von Harnack.

Hr. von Auwers, den wir im Januar d. J. zu Grabe geleitet haben, hat der Akademie seit dem 18. August 1866 als ordentliches Mitglied angehört; er zählte noch nicht volle dreißig Jahre, als er in sie eintrat. Durch seinen Tod hat die Akademie nicht nur einen großen Gelehrten und das Mitglied verloren, welches sich in dem letzten Menschenalter um die innere Entwicklung, die Organisation und die Leitung der Akademie das bedeutendste Verdienst erworben hat, sondern sie vermißt in ihm auch den lebendigen Zeugen einer Tradition, die durch ihn bis zu den Tagen Böckhs und Bekkers hinaufreichte. Mit diesen Männern, die in der Zeit der Freiheitskriege in die Akademie eingetreten waren, hat er in den Sitzungen noch Zwiesprache halten können. Sein Vorgänger in der astronomischen Fachstelle war Encke, der am 21. Juni 1825 in die Akademie aufgenommen worden war. Fast 90 Jahre hindurch ist diese Fachstelle von den beiden Gelehrten allein bekleidet worden! Wie Encke, voll ernster Würde, in seiner Zeit in der Akademie als der ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht galt, so waren wir gewohnt, Hrn. von Auwers als den unbewegten Beweger der Akademie zu verehren, und sahen seinem goldenen Jubiläum am 18. August 1916 dankbar entgegen.

Es ist anders gekommen; Hr. von Auwers hat dies Jubiläum nicht mehr feiern können. Ist es überhaupt jemals in der Akademie gefeiert worden? Die Frage hat doch nicht nur ein »statistisches« Interesse. Das innere Leben und die Entwicklung jeder Körperschaft wird von der Zusammensetzung ihrer Mitglieder in bezug auf Jugend und Alter durchgreifend bestimmt, und hier kommt nicht nur das Lebensalter in Betracht, sondern auch die Länge der Mitgliedschaft; denn die Wirksamkeit der lebendigen Tradition ist noch stärker von dieser abhängig als von jenem. Gewiß ist es dabei einigermaßen will-

kürlich, den Maßstab von 50 Jahren aufzustellen, und wichtiger ist in Hinblick auf die Zusammensetzung die Frage, wie groß der Prozentsatz derer ist, die mehr als 10 Jahre der Akademie angehören (zur Zeit bilden sie nur die Hälfte, und nur 10 Mitglieder von mehr als 60 gehören der Akademie länger als 25 Jahre an) — aber wir sind nun einmal auch sonst an solche Maßstäbe gebunden, und zugleich erscheint es als eine Ehrenpflicht, einmal der Jubilare und ihres Wirkens in der Akademie zu gedenken. Ist es doch wie man gesagt hat, ein gewisses Verdienst, alt zu werden; aber auch, wenn man das bezweifelt, so kann die Geschichte einer Körperschaft an den Alten nicht vorübergehen, da selbst die weniger Bedeutenden unter ihnen schon durch die lange Dauer ihrer Mitgliedschaft den Charakter der Körperschaft mitbestimmt haben. Es finden sich aber gerade unter den Jubilaren sehr berühmte Mitglieder der Akademie; nicht nur, weil, wie ein Skeptischer gesagt hat, ein langes Leben häufig die wichtigste Voraussetzung des Ruhmes ist, sondern weil sie wirklich bedeutend gewesen sind.

Das goldene Jubiläum ist innerhalb der Akademie seit ihrer Gründung im Jahre 1700 zehnmal gefeiert worden. Gefeiert haben es im Jahre 1777 Pott, im Jahre 1794 Formey, im Jahre 1800 Merian, im Jahre 1821 Gerhard, im Jahre 1848 Gruson, im Jahre 1850 A. von Humboldt, im Jahre 1861 von Savigny, im Jahre 1864 Boeckh, im Jahre 1865 Bekker, im Jahre 1882 Ranke. Hinzurechnen kann man auch noch Mommsen; denn wenn er der Akademie als ordentliches Mitglied auch nur 45 Jahre angehört hat, so war er doch schon vorher 5 Jahre Korrespondent gewesen; als er im Jahre 1903 starb, war er also gerade 50 Jahre mit der Akademie verbunden. Von allen diesen Jubilaren der Akademie hat nur Ranke das 90. Lebensjahr überschritten; A. von Humboldt und Gruson sind im 90. Jahr gestorben. Auch sonst ist mir kein Mitglied außer Ranke bekannt, das über 90 Jahre alt geworden wäre. Der Spruch: »Wenn es hoch kommt, so sind es 80 Jahre«, hat sich auch hier bewahrheitet.

Im folgenden sind die Jubilare nach der Zeitdauer ihrer Mitgliedschaft angeführt. Indem ich, ihre wissenschaftliche Bedeutung anlangend, auf die »Geschichte der Akademie« verweise, beschränke ich mich hier darauf, die Bedeutung der einzelnen für die innere Geschichte der Akademie kurz anzugeben.

1. Gruson (angewandte Mathematik), geb. 2. Februar 1768, aufg. 6. Februar 1798 (in der zum Glück kurzen Periode, in welcher die Akademie dem Nützlichkeitsstreben der Aufklärung dienen sollte), gest. 16. November 1857. Er hat der Akademie somit fast 60 Jahre angehört! Schon im Jahre 1837 wurde er der Senior der Akademie und

blieb es 20 Jahre lang. Wie in der Wissenschaft, so ist er auch im inneren Leben der Akademie kaum hervorgetreten. Nur selten begegnet man seinem Namen in akademischen Kommissionen. Hr. du Bois-Reymond, der noch 7 Jahre mit ihm in der Akademie zusammengesessen hat, vermochte mir nichts über ihn zu berichten.

2. A. v. Humboldt, geb. 14. September 1769, aufg. 4. August 1800, gest. 6. Mai 1859. Er hat der Akademie also fast 59 Jahre angehört, lebte aber zeitweilig in Paris. Für die große Neuorganisation der Akademie am Anfang des vorigen Jahrhunderts war sein Einfluß sehr bedeutend, wenn er auch nicht ihre bewegende Seele war. In zahlreichen Briefen hat er seinen Bruder Wilhelm hier beraten. Seine größte Bedeutung liegt in seinem universalen wissenschaftlichen Wirken, ferner darin, daß er die Wissenschaft, vor allem die Naturwissenschaft und damit auch die Akademie zum gebührenden Ansehen bei den Hochmögenden gebracht hat; endlich darin, daß er unermüdlich war, für die Akademie und Universität hervorragende Mitglieder zu gewinnen. Es ist vorübergehend daran gedacht worden, ihn zum Präsidenten der Akademie zu machen; aber die Akademie gab sich eine Verfassung, die die Präsidentenwürde ausschloß.

Es ist ein merkwürdiges Zusammentreffen — Abergläubische sprechen von einer »Duplizität der Ereignisse« —, daß die beiden Mitglieder, die der Akademie am längsten angehört haben, genaue Zeitgenossen waren. Welche Zeiträume verbinden sie! Die Gedächtnisrede auf Formey, der die friderizianische Akademie als Mitglied entstehen sah (s. u.), war eben verklungen, als sie eintraten, und die grundlegenden Arbeiten Mommsens haben sie noch erlebt!

3. Merian, geb. 28. September 1723, aufg. 9. April 1750, gest. 12. Februar 1807. Er hat der Akademie fast 57 Jahre angehört. Jeder Verein braucht mindestens ein Mitglied, in welchem sich der Vereinsgedanke gleichsam verkörpert und dessen ganzes Interesse in der Sorge für den gemeinsamen Zweck aufgeht. In unseren Tagen war es von Auwers, in der langen Zeit von 1770—1807 war es Merian. Nach Maupertuis hat Merian die friderizianische Akademie, soweit der König sie nicht selbst leitete, im Geiste Maupertuis' regiert. Er besaß schon als Schwiegersohn Jordans, des geliebten Freundes des Königs, das Vertrauen des Monarchen im höchsten Maße und hat es nie mißbraucht. Als der König gestorben war, hat der alternde Mann in der fast diktatorischen Leitung der Akademie noch 20 Jahre lang zahlreiche Beweise seiner Frische, ja auch einer gewissen Fähigkeit, den Bedürfnissen einer neuen Zeit entgegenzukommen, gegeben. Sein Ideal blieb freilich die alte französische Akademie Friedrichs, wie sein wissenschaftlicher Horizont von dem Gegensatz Newton-Maupertuis einerseits und Leibniz-Wolff ander-

seits bestimmt blieb. Aber er war doch von der Reformbedürftigkeit der Akademie überzeugt, arbeitete selbst Reformpläne aus und hat die überstürzten Projekte Hertzbergs mit Fug bekämpft. Sein wissenschaftliches Ideal, das des Universalgelehrten im Sinne des 18. Jahrhunderts in französischem Gewande, sah er dahinfallen, desgleichen sein philosophisches Ideal — »L'Eclecticisme et la seule secte ou non-secte, qui doive respirer dans une académie« —, der Kantschen Philosophie prophezeite er im Jahre 1797, »sie werde in einiger Zeit wahrscheinlich ebenso vergessen sein wie jetzt die Wolffsche«; aber den deutschen Aufklärern in der Akademie war er durch Freiheit, Umsicht und Elastizität des Geistes überlegen, und wenn er auch die neue Zeit nicht mitheraufgeführt hat, so war er doch nicht, wie jene, das Hemmnis. Bis zuletzt hat dieser kluge und kenntnisreiche Schweizer die Akademie nach außen würdig vertreten und im Innern unter den schwierigsten Umständen widerstrebende Richtungen zusammengehalten. Hoch muß ihm angerechnet werden, daß der greise Mann im Jahre 1805 für Fichtes Aufnahme gestimmt hat: »Die philosophische Klasse kann nichts dadurch verlieren, wenn Philosophen von verschiedenen Meinungen darin existieren.«

4. Bekker, geb. 21. Mai 1785, aufg. 3. Mai 1815, gest. 6. Juni 1871. Er hat der Akademie etwas über 56 Jahre angehört. Der schweigsame Meister der Edition klassischer Schriftwerke ist auch im inneren Leben der Akademie ein Schweigsamer gewesen, aber sein Name ist mit den großen Leistungen der Akademie auf dem philologischen Gebiet im vorigen Jahrhundert für immer verbunden.

5. Pott, geb. 1692, aufg. 30. März 1722, gest. 29. März 1777. Er hat der Akademie 55 Jahre angehört. Dieser namhafte Chemiker, der Erforscher der Natur des Porzellans und Begründer der keramischen Pyrochemie, hat 18 Jahre hindurch das Elend der Sozietät Friedrich Wilhelms I. durchlebt, um dann noch 37 Jahre der friderizianischen Akademie anzugehören. Von den Franzosen in der Akademie zurückgedrängt und daher an ihrem inneren Leben wenig teilnehmend, hat er seiner Arbeit gelebt und die stolze Reihe bedeutender Chemiker in der Akademie begründet — jedoch im Kampfe mit dem jüngeren angesehenen Chemiker Markgraff.

6. Ranke, geb. 21. Dezember 1795, aufg. 13. Februar 1832, gest. 23. Mai 1886. Er hat der Akademie 54 Jahre angehört. Gemeinsame Arbeiten mit anderen zu übernehmen und einen wissenschaftlichen Großbetrieb einzurichten, lag Ranke nicht nahe. In der Akademie unterließ er es; außerhalb derselben verdankt ihm die Münchener Historische Kommission das meiste. Im innern Leben der Akademie ist der bedeutendste Universalhistoriker, den Deutschland besessen hat, wenig hervorgetreten.

7. Böckh, geb. 24. November 1785, aufg. 14. Mai 1814, gest. 3. August 1867. Er hat der Akademie 53 Jahre angehört. Was er der Akademie gewesen ist als Mitglied und als Sekretar (von 1834—1861), der die Traditionen Schleiermachers und W. v. Humboldts fortsetzte, das lebt noch im Gedächtnis der Akademie. Er war der geistige Leiter der Körperschaft in den Tagen Friedrich Wilhelms IV. und hat sie mit Meisterschaft — auch in ihren ökonomischen Angelegenheiten — gelenkt.

8. Formey, geb. 31. Mai 1711, aufg. 1744, gest. 8. März 1797. Auch er hat, wie Böckh, der Akademie 53 Jahre angehört, aber das Amt eines beständigen Sekretars nicht nur 27 Jahre, sondern von 1748—1797, also 49 Jahre lang bekleidet! »Geleitet« freilich hat Formey die Akademie niemals, dazu war er zu unbedeutend; aber er hat den verstorbenen Mitgliedern mehr als 40 »Eloges« gehalten, denn als formgewandter Franzose vermochte er über alles zu sprechen und zu schreiben. Mit Euler und Lambert wetteiferte er außerdem in literarischer Fruchtbarkeit, ja er übertraf sie noch weit; aber von dieser ganzen überwältigenden Produktion des gewandten Popularphilosophen, der tief unter Merian stand, ist nichts nachgeblieben. Wirkliche Größe hat er auf keinem wissenschaftlichen Gebiete zu empfinden vermocht, wie seine »Eloges« beweisen, und sein großes Vorbild, Fontenelle, hat er nicht im entferntesten erreicht. Der Einfluß dieses subalternen, unzuverlässigen und eitlen Mannes auf das innere Leben der Akademie konnte nur ein ungünstiger sein. Zum Glück begnügte er sich mit dem Schein des Einflusses und der Macht und mit den Schmeicheleien des Auslandes.

9. C. A. Gerhard, geb. 26. Februar 1738, aufg. 23. September 1768, gest. 9. März 1821. Er hat der Akademie 52 Jahre angehört. Ursprünglich Mediziner, dann Mineralog nicht ohne Verdienste, ist er dasjenige deutsche Mitglied der friderizianischen Akademie, welches den ganzen Umschwung der Zeiten und die große Neuorganisation der Akademie in deutschem Geiste erlebt und sich auch an ihr beteiligt hat. Noch in hohem Alter hat er in der neuen Akademie als Mitglied eines finanziellen Ausschusses an den Geschäften der Akademie teilgenommen.

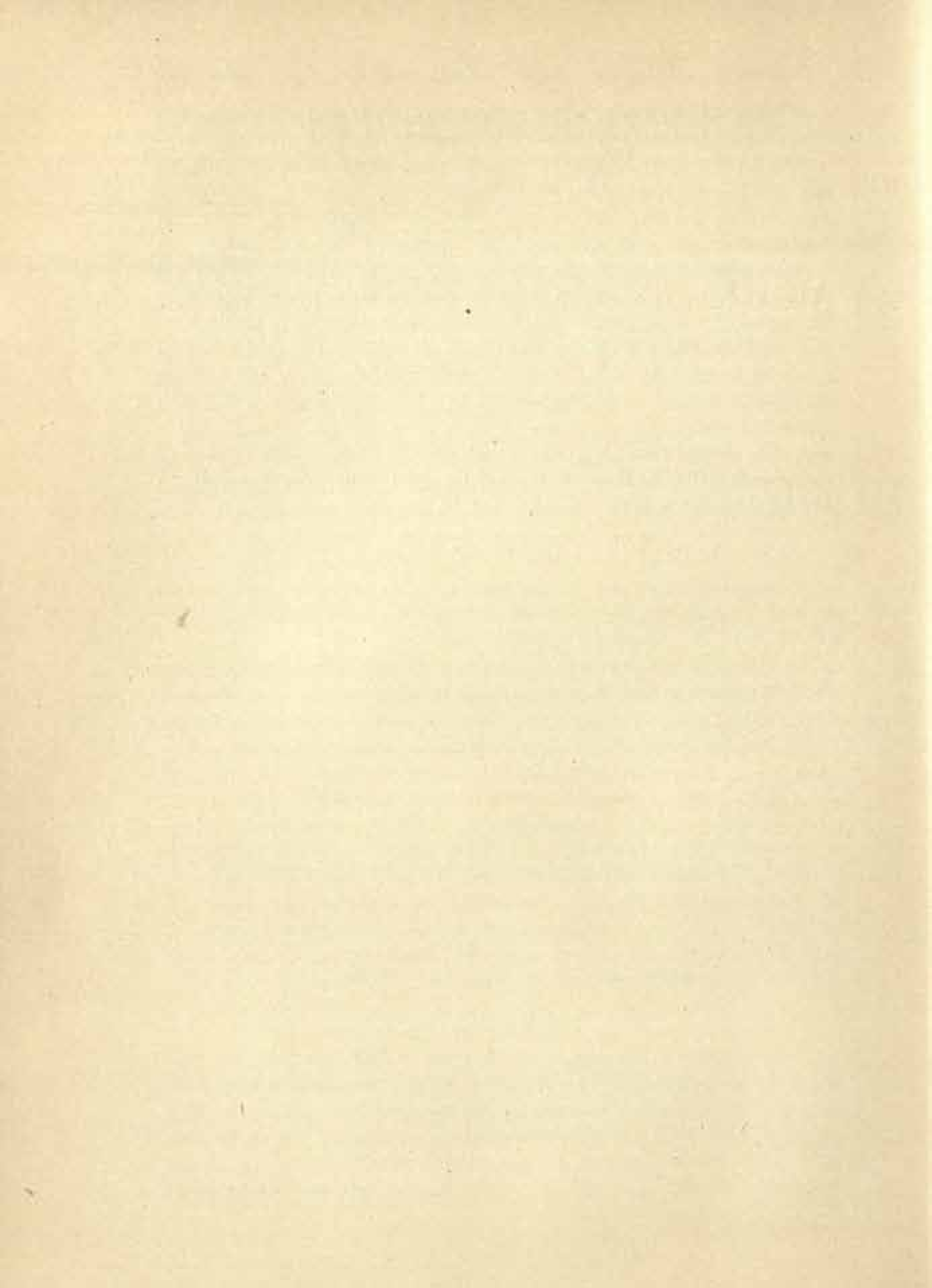
10. Von Savigny, geb. 21. Februar 1779, aufg. 29. April 1811, gest. 25. Oktober 1861. Er hat der Akademie 50 Jahre angehört. Was er der Akademie, mit W. von Humboldt, Schleiermacher, Niebuhr usw. zusammen arbeitend, in den großen Tagen des Umschwungs und was er ihr für die gemeinsamen Arbeitsaufgaben, tätig bis zuletzt, geleistet hat, bedarf keiner Erinnerung. Auch mit dem Namen der Brüder Grimm bleibt der seinige in der Akademie für immer verknüpft.

Nach Savigny findet, wie oben bemerkt, Mommsen hier seine Stelle, dessen akademisches Wirken auch 50 Jahre beträgt. Dankbar rechnen wir auch ihn zu den goldenen Jubilaren, denn schon als Korrespondent war er für sie tätiger als manches ordentliche Mitglied.

Hr. von Auwers, der fast 49 Jahre der unsrige war, reiht sich dieser Schar von Jubilaren nun an, zusammen mit Ehrenberg, der volle 49 Jahre der Akademie angehört hat (gest. 27. Juni 1876), und mit Kirchhoff, der 48 Jahre unser Mitglied gewesen ist. Unsere Verehrung richtet sich nicht auf die Jahre; aber wenn sich große Verdienste über einen Zeitraum von vielen Jahrzehnten erstrecken, soll auch die Verehrung eine besondere Dauer erhalten, ja sie soll niemals erlöschen. Formey aber, der aus der Reihe der übrigen herausfällt, hat selbst dafür gesorgt, daß er nicht vergessen wird; denn als Chronist der älteren Sozietät und der friderizianischen Akademie hat er ein unentbehrliches Material für die Geschichte der Körperschaft im 18. Jahrhundert geboten.

Ausgegeben am 18. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



159

SITZUNGSBERICHTE

1915.

X.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

18. Februar. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Liebisch sprach über Kristallisationsvorgänge in ternären Systemen aus Chloriden von einwertigen und zweiwertigen Metallen.

Nachdem in einer Reihe von binären Systemen die Verbindungsfähigkeit und Mischbarkeit der Komponenten ermittelt war, handelte es sich in der Fortsetzung der Untersuchungen um den Einfluß, den die Hinzufügung einer dritten Komponente ausübt. Der vorliegende Bericht erstreckt sich auf ternäre Systeme, in denen binäre Verbindungen mit Spaltungstemperaturen auftreten.

2. Hr. Hertwig überreichte die 5. Auflage seines Werkes »Die Elemente der Entwicklungslehre des Menschen und der Wirbeltiere« (Jena 1915).

3. Das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hr. Wilhelm Pfeffer in Leipzig hat am 10. Februar das fünfzigjährige Doktorjubiläum gefeiert; aus diesem Anlaß hat ihm die Akademie eine Adresse gewidmet, die weiter unten abgedruckt ist.

Kristallisationsvorgänge in ternären Systemen aus Chloriden von einwertigen und zweiwertigen Metallen. I.

Von Th. Liebisch.

In dem vorjährigen Bericht[1] über Ergebnisse der thermischen und mikroskopischen Analyse von binären Systemen aus Chloriden von einwertigen und zweiwertigen Metallen wurde hervorgehoben, daß durch das System Calciumchlorid-Bariumchlorid das erste und bisher einzige Beispiel einer Verbindung zweier Erdalkalichloride: Calciumtetrachlorobariat $CaBaCl_4$ dargeboten wird[2]. Dagegen war es nach den damals vorhandenen Beobachtungen noch nicht gelungen, eine Vereinigung von Alkalichloriden zu Chlorosalzen zu bewirken. Inzwischen hat E. Korreng[3] das System Lithiumchlorid-Cäsiumchlorid untersucht und gefunden, daß aus schmelzflüssigen Gemischen der beiden Komponenten zwei Doppelsalze kristallisieren:

$$\text{Cäsiumchlorolithiat} = LiCl \cdot CsCl = D_{11}$$
$$\text{Cäsiumtrichlorolithiat} = LiCl \cdot 2CsCl = D_{12}.$$

Dieses Ergebnis vervollständigt in sehr erwünschter Weise die ersten Horizontalreihen der Tabellen 7 und 8 auf S. 210. 211.

D_{11} schmilzt ohne Spaltung bei 351°. D_{12} ist wie Cäsiumchlorid enantiotrop-dimorph; die Umwandlungstemperatur liegt bei etwa 360°:

$$\alpha\text{-}CsCl \xrightleftharpoons{479^\circ} \beta\text{-}CsCl$$
$$\alpha\text{-}LiCl \cdot 2CsCl \xrightleftharpoons{360^\circ} \beta\text{-}LiCl \cdot 2CsCl.$$

Durch Erhitzen auf 380° spaltet sich $\beta\text{-}D_{12}$ in α-CsCl und eine Schmelze D:

---

[1] Th. Liebisch und E. Korreng, Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1914, 192—212.

[2] W. Schaefer, N. Jahrb. f. Min. usw. 1914. I, 15.

[3] E. Korreng, Zeitschr. f. anorg. Chem. 91, 1915. 194—208.

$$\beta\text{-LiCl}\cdot 2\,\text{CsCl} \overset{380^\circ}{\rightleftharpoons} \alpha\text{-CsCl} + (\text{CsCl} + \text{LiCl})$$

Schmelze *D* mit etwa 41 Mol.-% LiCl.

Hierdurch erweitert sich daher auch die Zusammenstellung der binären Systeme, in denen nebeneinander Verbindungen mit stabilen Schmelztemperaturen und solche mit Spaltungstemperaturen angetroffen werden (Tabelle 4 auf S. 204).

Nachdem in einer größeren Reihe von binären Systemen die Verbindungsfähigkeit und Mischbarkeit der Komponenten ermittelt worden ist, kann der Einfluß untersucht werden, den die Hinzufügung eines dritten Bestandteils ausübt. Bisher sind 10 ternäre Systeme von Chloriden thermisch und mikroskopisch bearbeitet worden[1].

1. In sechs Fällen bestehen die Komponenten aus den Chloriden von Natrium und Kalium, deren homogene flüssige Mischungen zu einer ununterbrochenen Reihe von Mischkristallen erstarren, und aus je einem Chlorid eines zweiwertigen Metalls: Magnesium, Calcium, Strontium, Barium, Cadmium, Blei, das in den binären Systemen mit Natrium oder Kalium eine merkliche Mischfähigkeit im kristallisierten Zustande nicht erkennen läßt. Die Mischkristalle (Na, K) Cl sind nur bei hohen Temperaturen beständig. Daher sollte insbesondere geprüft werden, wie der bei der Abkühlung fortschreitende Vorgang der Entmischung durch Hinzufügung des Chlorids eines zweiwertigen Metalls abgeändert wird.

Neben den Komponenten treten als kristallisierte Phasen die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Verbindungen auf. Die Mehrzahl besitzt einen echten Schmelzpunkt. Stoffe, die sich beim Erhitzen in eine flüssige Phase und eine neue Kristallart spalten, sind mit * bezeichnet. *nm* bedeutet, daß Mischkristalle fehlen.

---

[1] H. BRAND: $NaCl-KCl-CdCl_2$. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil.-Bd. **32**, 627—700, 1911.
H. GEMSKY: $NaCl-KCl-BaCl_2$. Ebenda **36**, 513—558, 1913.
K. TREIS: $NaCl-KCl-PbCl_2$. Ebenda **37**, 766—818, 1914.
E. VORTISCH: $NaCl-SrCl_2-BaCl_2$ und $KCl-SrCl_2-BaCl_2$. Ebenda **38**, 185—272, 1914.
W. SCHAEFER: $LiCl-NaCl-KCl$ und $CaCl_2-SrCl_2-BaCl_2$. Noch nicht veröffentlicht.
K. SCHOLICH: $NaCl-KCl-MgCl_2$, $NaCl-KCl-CaCl_2$, $NaCl-KCl-SrCl_2$. Noch nicht veröffentlicht.
Hierzu kommt die Untersuchung von H. BRAND über die Bromide von Na, K und Cd. N. Jahrb. f. Min. usw. 1913, I, 9—27.

Übersicht der Verbindungen in den binären Systemen aus den Chloriden von Na oder K mit den Chloriden von Mg, Ca, Sr, Ba, Cd, Pb.

	NaCl	KCl
$MgCl_2$	$D^*_{21} = 2NaCl \cdot MgCl_2$ $D^*_{12} = NaCl \cdot 2MgCl_2$	$D_{11} = KCl \cdot MgCl_2$
$CaCl_2$	*n m*	$D_{11} = KCl\ CaCl_2$
$SrCl_2$	*n m*	$D_{21} = 2KCl \cdot SrCl_2$ $D_{12} = KCl \cdot 2SrCl_2$
$BaCl_2$	*n m*	$D_{21} = 2KCl \cdot BaCl_2$
$CdCl_2$	$D^*_{21} = 2NaCl \cdot CdCl_2$	$D^*_{41} = 4KCl \cdot CdCl_2$ $D_{11} = KCl \cdot CdCl_2$
$PbCl_2$	*n m*	$D_{21} = 2KCl \cdot PbCl_2$ $D_{12} = KCl \cdot 2PbCl_2$

In der räumlichen Darstellung der Gleichgewichtszustände eines ternären Systems mit Hilfe eines Konzentrations-Temperatur-Prismas entspricht jeder Verbindung eine Sättigungsfläche, die begrenzt wird durch Sättigungskurven zweier kristallisierter Phasen und Sättigungspunkte von drei solchen Phasen. Auf der Beschaffenheit und Lage dieser Kurven und Punkte beruhen die charakteristischen Kristallisationsvorgänge, deren Verfolgung die Aufgabe der thermischen und mikroskopischen Analyse bildet.

2. Die Chloride von Strontium und Barium sind im flüssigen und im kristallisierten Zustande in allen Konzentrationsverhältnissen mischbar. Aus dem Schmelzfluß entsteht eine lückenlose Reihe von einfachbrechenden β-Mischkristallen, die sich bei tieferen Temperaturen infolge der Dimorphie des Bariumchlorids in eine doppelbrechende α-Mischkristallreihe umwandelt. Durch Hinzufügung von Natriumchlorid oder Kaliumchlorid werden ternäre Systeme entstehen, die eine charakteristische Verschiedenheit darbieten müssen, da (vgl. Tab.) in den binären Systemen von Natriumchlorid mit Strontiumchlorid oder Bariumchlorid als kristallisierte Phasen nur die Komponenten vorkommen, während die binären Systeme von Kaliumchlorid mit denselben Chloriden zweiwertiger Metalle außerdem drei kongruent schmelzende Verbindungen enthalten, von denen die mit D_{21} bezeichneten, analog zusammengesetzten Doppelsalze eine ununterbrochene Reihe von Mischkristallen $2KCl \cdot (Sr, Ba)\ Cl_2$ liefern.

3. Die Chloride von Lithium, Natrium und Kalium sind geeignet zur Erforschung der Entstehungsbedingungen von ternären

Mischkristallen, deren Auftreten dadurch eingeschränkt wird, daß ihre Komponenten nur zwei binäre Systeme mit unbegrenzter Mischbarkeit bilden, während in dem dritten binären System völlige Nichtmischbarkeit herrscht. Bei der Abkühlung zerfallen die Mischkristalle (Li, Na) Cl und (Na, K) Cl. Daher sind auch im ternären Gebiete Entmischungsvorgänge zu erwarten.

Die Chloride von Calcium, Strontium und Barium bilden ebenfalls ternäre Mischkristalle. Aber ihr Verhalten ist insofern komplizierter, als $CaCl_2$ und $BaCl_2$ noch die auf S. 160 erwähnte Verbindung eingehen. Vor allem aber erweckt dieses System besonderes Interesse durch die im kristallisierten Zustande bei der Abkühlung eintretenden Vorgänge, die durch die Dimorphie des Bariumchlorids hervorgerufen werden.

Die folgenden Erläuterungen zu einer Auswahl bemerkenswerter Kristallisationsvorgänge beschäftigen sich zunächst mit dem Auftreten von binären Verbindungen, die sich beim Erhitzen in eine Lösung und in eine neue Kristallart spalten.

I.

Ternäre Systeme, die als kristallisierte Phasen außer den Komponenten A, B, C eine binäre Verbindung $G = A_x C_z$ mit inkongruentem Schmelzpunkt enthalten.

In den Konzentrations-Temperatur-Diagrammen der binären Systeme der Komponenten AB, BC, CA seien die eutektischen Punkte bezeichtet mit P, O, R (Fig. 1a, 1b, 4, 11a, 11b). Das in die Ebene des Konzentrationsdreiecks $A'B'C'$ umgeklappte Diagramm des Systems CA (Fig. 1a) zeigt die Lage des Umsetzungspunktes V. In V schneiden sich die Gleichgewichtskurven VR der Verbindung $G = A_x C_z$ und CV der Komponente C, die durch Umsetzung mit Lösungen die Verbindung G liefern kann. Die Reaktion in diesem Punkte ist:

$$A_x C_z \overset{\vartheta}{\rightleftharpoons} aC + \text{Lösung } [xA + (z-a)\, C],$$

worin ϑ die Temperatur des Punktes V bedeutet.

Den vier kristallisierten Phasen A, B, C, G entsprechen in einem Konzentrations-Temperatur-Prisma vier Sättigungsflächen $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{C}$, $\mathfrak{G}$, die sich in fünf Sättigungskurven zweier Stoffe schneiden:

(𝔄𝔅), (𝔅ℭ), (𝔄𝔊), (𝔅𝔊), (ℭ𝔊),
PE, *OU*, *RE*, *UE*, *VU*,

und in zwei Sättigungspunkten dreier Phasen zusammenstoßen:

$$(\mathfrak{B}\mathfrak{C}\mathfrak{G}) = U, \ (\mathfrak{A}\mathfrak{B}\mathfrak{G}) = E.$$

Die Projektionen der Flächen und Punkte auf die Ebene des Konzentrationsdreiecks $A'B'C'$ sind mit gestrichenen Buchstaben bezeichnet (Fig. 1a, 1b).

Die Pfeile auf den Sättigungskurven gelten für den Abkühlungsvorgang.

Die Zusammensetzung der Verbindung G wird durch einen Punkt G' der Seite $A'C$ dargestellt, der außerhalb der Projektion des Sättigungsfeldes $\mathfrak{G}'$ liegt. Verbindet man ihn mit dem gegenüberliegenden Punkte B', der die in G nicht enthaltene Komponente B repräsentiert, so können nach der Lage dieses Schnittes $G'B'$ gegen die Projektionen der beiden invarianten Punkte und des Sättigungsfeldes $\mathfrak{G}'$ drei wesentlich verschiedene Anordnungen vorausgesehen werden.

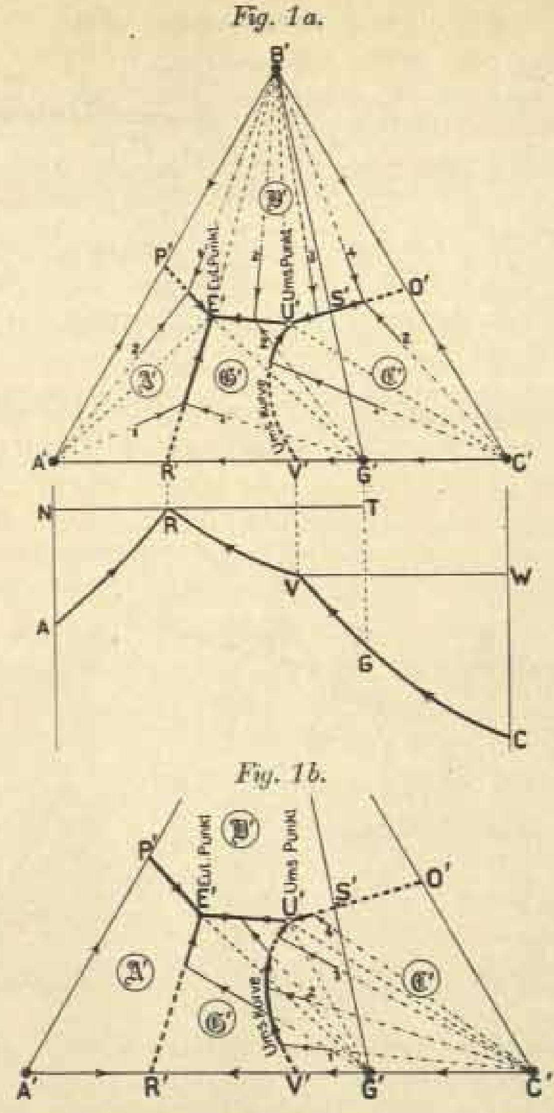
1. Die Projektion $\mathfrak{G}'$ der Sättigungsfläche der Verbindung G wird von dem Schnitt $G'B'$ nicht getroffen (Fig. 1a, 1b).

Wenn $G'B'$ nur die Felder $\mathfrak{B}'$, $\mathfrak{C}'$, aber nicht das Feld $\mathfrak{G}'$ schneidet (Fig. 1a, 1b), ist die Sättigungskurve der Komponente C und der Verbindung G eine Umsetzungskurve VU. Die beiden invarianten Punkte fallen in das Dreieck $A'B'G'$. Bei der Temperatur des Punktes U' koexistieren die Lösung U' und Kristalle B, C, G, deren Sättigungsfelder in U zusammenstoßen. Es liegt also U außerhalb des Dreiecks, dessen Eckpunkte die mit der Lösung U' im Gleichgewichte stehenden Kristallarten darstellen: U ist ein Umsetzungspunkt. Bei sinkender Temperatur findet hier die Reaktion statt:

$$G + B \longleftarrow C + \text{Lösung } U'.$$

Verbindet man in der Projektion der Sättigungsflächen $\mathfrak{A}'$, $\mathfrak{B}'$, $\mathfrak{C}'$, $\mathfrak{G}'$ die Punkte A', B', C', G', U', E', welche die Zusammensetzung der kristallisierten Phasen A, B, C, G und der invarianten Punkte U, E darstellen, in der durch Fig. 1a und 1b erläuterten Weise, so erhält man die Strukturfelder des Systems, deren Trennungsgeraden ausgezeichnete Kristallisationsbahnen angeben. Wir erhalten in $\mathfrak{A}'$ durch die Trennungslinie $A'E'$ zwei Strukturfelder, in $\mathfrak{B}'$ durch $B'E'$, $B'U'$ und $B'S'$ vier, in $\mathfrak{C}'$ durch $C'U'$, $G'S'$, $G'U'$ und $G'E'$ sechs, endlich in $\mathfrak{G}'$ durch $G'E'$ zwei Felder. In jedes Feld ist als Beispiel die Projektion einer Kristallisationsbahn eingezeichnet.

Durch $B'G'$ wird $A'B'C'$ in zwei Konzentrationsgebiete $B'C'G'$ und $A'B'G'$ zerlegt. Der Kristallisationsverlauf ist verschieden, je nach-



Die Projektion der Sättigungsfläche 𝔊' der Verbindung *G* wird von dem Schnitt *B' G'* nicht getroffen. Strukturfelder und Projektionen von Kristallisationsbahnen.

dem die Konzentration der Lösung durch einen Punkt des einen oder des anderen Gebietes dargestellt wird. Wie aus dem Anblick der in Fig. 1a, 1b gezeichneten Projektionen von Kristallisationsbahnen hervorgeht, fällt der Kristallisationsendpunkt in den Umsetzungspunkt *U*, wenn die Bahn von einem Punkte des Gebietes *B' C' G'* ausging, in den eutektischen Punkt *E*, wenn ihr Ursprung in *A' B' G'* lag[1].

[1] Über die Konstruktion von Kristallisationsbahnen vgl. W. C. Geer, Journ. of Phys. Chem. 8, 257. 1904.

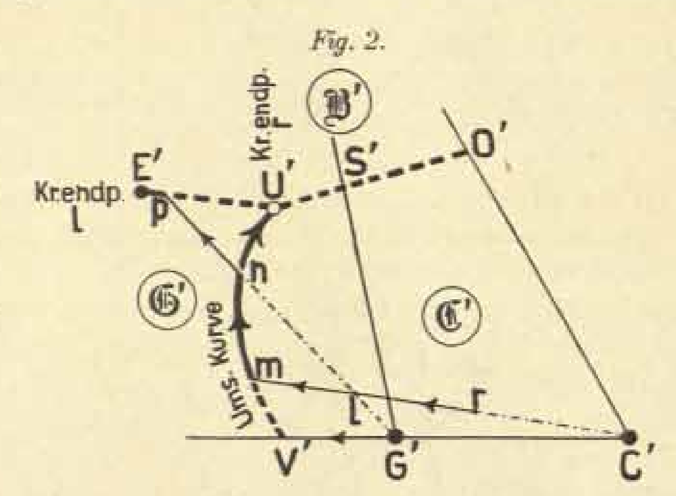
Zur Erläuterung dieser Verschiedenheit möge Fig. 2 dienen. Es ist die Projektion des Kristallisationsverlaufes zweier Lösungen l und r gezeichnet, deren Konzentrationen in dem Felde $\mathfrak{C}'$ durch die Punkte l und r auf einer von C' ausgehenden Geraden zu beiden Seiten von $G'B'$ dargestellt werden. Die Lösung r ist also reicher an der Komponente C als l.

Die von l unter Abscheidung von Kristallen C ausgehende Bahn trifft die Umsetzungskurve $V'U'$ in m. Hier beginnen sich die Kristalle C mit der Lösung umzusetzen zu Kristallen der Verbindung G:

$$G \longleftarrow C + \text{Lösung}.$$

Da die Verbindungsgerade Gl die Kurve $V'U'$ in n schneidet, ist die Umsetzung nach Verbrauch von C in n vollendet. Daher

Fig. 2.



Charakteristische Verschiedenheit der Kristallisationsbahnen rmU' und $lmnpE'$.

ist jetzt neben der Lösung nur noch eine kristallisierte Phase G vorhanden, deren weitere Abscheidung in ihrem Sättigungsfelde $\mathfrak{G}$ erfolgt. Die Kristallisationsbahn verläßt die Umsetzungskurve in einer Richtung, deren Projektion pn durch Verlängerung von Gn erhalten wird. In p wird die Sättigungskurve UE der Stoffe G, B und darauf der Sättigungspunkt E von G, B und A erreicht.

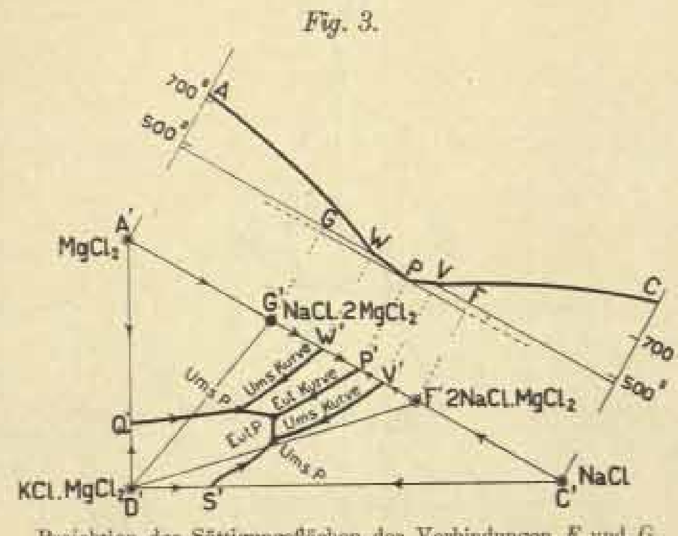
Abweichend verhält sich die Lösung r. Denn die Gerade $G'r$ schneidet $V'U'$ nicht. Daher können die Kristalle C durch den Vorgang der Umsetzung nicht vollständig verbraucht werden. Die Umsetzungskurve wird mit zwei kristallisierten Phasen C und G durchschritten bis zum Punkte U, wo durch Hinzutritt von B der Kristallisationsvorgang abschließt.

Die durch die Wärmeentwicklungen neu hinzutretender kristallisierter Phasen hervorgerufenen Unstetigkeiten der Abkühlungskurven

entsprechen den Temperaturen der Punkte *l* oder *r* und *m*, *p*, *E*. Dagegen läßt sich die Temperatur des Punktes *n*, bei der nur noch *G* direkt auskristallisiert, mit Hilfe dieser Kurven nicht ermitteln.

In Fig. 1 b übersieht man, daß alle Lösungen sich wie die Lösung *l* verhalten müssen, deren Konzentrationen durch Punkte des Feldes *G' V' U'* dargestellt werden, d. h. des Feldes, das bestimmt ist durch den die Zusammensetzung der Verbindung *G* angebenden Punkt *G'* und die Projektion *V' U'* der Umsetzungskurve. Die Verschiedenheit der beiden durch die Gerade *G' E'* getrennten Strukturfelder dieses Gebietes wird erläutert durch den Verlauf der Projektionen von zwei Kristallisationsbahnen, die in den Punkten 1 und 2 beginnen.

Fig. 3.



Projektion der Sättigungsflächen der Verbindungen *F* und *G* nach K. SCHOLICH.

Charakteristisch für die hierher gehörigen Systeme ist insbesondere das Verhalten von Lösungen, deren Konzentrationen durch Punkte von *G' B'* dargestellt werden. Läßt man (Fig. 1 a, 1 b) im Felde 𝔅' den Punkt 4 und in ℭ' die Punkte 2, 1 nach der Geraden *B' G'* rücken, so ist ersichtlich, daß bei der Abkühlung der entsprechenden Lösungen stets drei Wärmeentwicklungen auftreten. Durch Knicke auf den Abkühlungskurven verraten sich der Beginn der primären Kristallisation von *B* oder *C* und der Beginn der sekundären Abscheidungen, nämlich der binären eutektischen Kristallisation von *B* und *C* und der Umsetzung von *C* mit Lösung zur Verbindung *G*. Eine gemeinschaftliche Haltezeit liefert die Temperatur des Umsetzungspunktes *U*.

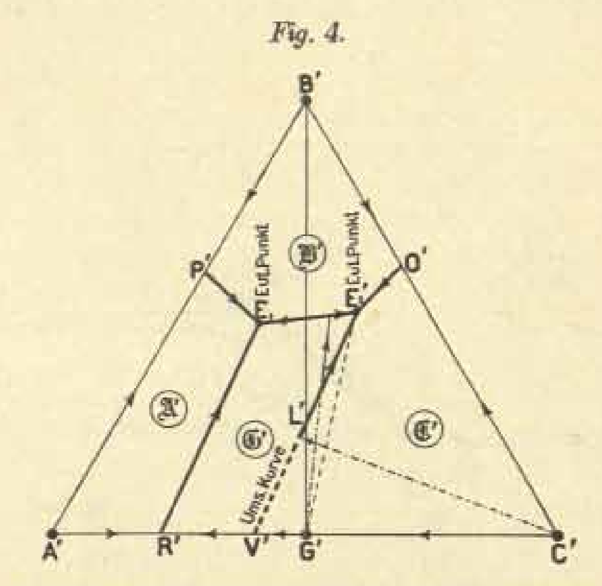
Nebeneinander liegende Sättigungsflächen von zwei Verbindungen *F*, *G*, die sich beim Erhitzen spalten, sind nach K. SCHOLICH in dem Konzentrations-Temperatur-Prisma des Systems $NaCl - KCl - MgCl_2$ vorhanden (vgl. in Fig. 3 die Projektion eines Teilsystems).

2. Die Projektion $\mathfrak{G}'$ der Sättigungsfläche der Verbindung G wird von $G'B'$ so durchschnitten, daß die invarianten Punkte E_1, E_2 auf verschiedenen Seiten von $G'B'$ liegen.

In diesem Falle sind E_1 und E_2 eutektische Punkte. Die Sättigungskurve VE_2 ist nur dann in ihrer ganzen Erstreckung eine Umsetzungskurve, wenn es nicht möglich ist, von G' eine Tangente an ihre Projektion $V'E_2'$ zu legen (Fig. 4).

Den interessantesten Verlauf nimmt die Kristallisation einer Lösung, deren Konzentration in der Projektion $\mathfrak{C}'$ des Sättigungsfeldes der Komponente C dargestellt wird durch einen Punkt des Struktur-

Fig. 4.



$\mathfrak{G}'$ wird von $G'B'$ so durchschnitten, daß die eutektischen Punkte E_1, E_2 auf verschiedenen Seiten von $G'B'$ liegen.

feldes $G'L'E_2'$, worin L' den Schnittpunkt von $G'B'$ mit $V'E_2'$ bedeutet. Wie die in Fig. 4 gezeichnete Bahn andeutet, folgt auf die Kristallisation von C die Umsetzung: $G \longleftarrow C +$ Lösung. Nachdem C vollständig verbraucht ist, verläßt die Bahn die Umsetzungskurve. Sie überschreitet $\mathfrak{G}$, gelangt unter Abscheidung von G und B auf die Sättigungskurve E_1E_2 und endigt in dem ternären eutektischen Punkte E_2, in welchem die Sättigungsflächen von G, B und C zusammenstoßen, so daß hier zu Kristallen von G und B wieder Kristalle von C hinzutreten.

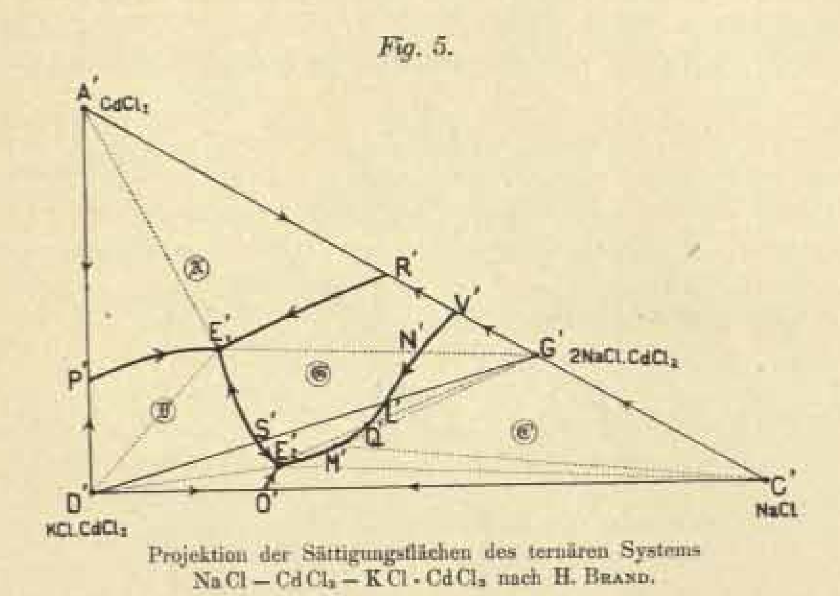
Es ist eine bemerkenswerte Leistung der graphischen Darstellung ternärer Systeme durch Konzentrations-Temperatur-Prismen, daß die Bedingungen, unter denen eine kristallisierte Phase verschwinden und wiedererscheinen kann, so leicht zu überblicken sind.

Wenn in dem Konzentrationsdreieck $A'B'C'$ von G' eine Tangente $G'M'$ an die Projektion der Sättigungskurve $V'E_2'$ gelegt werden kann (Fig. 5), ist nur noch das bis zum Berührungspunkte M' reichende Stück $V'M'$ die Projektion einer Umsetzungskurve. In dem darauf folgenden Stück $M'E_2'$ liegt die Projektion einer eutektischen Kurve vor.

Hierfür gewährt in dem von H. BRAND untersuchten System $NaCl - KCl - CdCl_2$ ein ausgezeichnetes Beispiel das Teilsystem:

$$C = NaCl, \; A = CdCl_2, \; D = KCl \cdot CdCl_2.$$

Fig. 5.



Projektion der Sättigungsflächen des ternären Systems $NaCl - CdCl_2 - KCl \cdot CdCl_2$ nach H. BRAND.

D besitzt einen kongruenten Schmelzpunkt. Aber in dem binären System $NaCl - CdCl_2$ tritt eine Verbindung:

$$G = 2NaCl \cdot CdCl_2$$

auf, die sich beim Erhitzen unter Abscheidung von NaCl-Kristallen spaltet.

In Fig. 5 sind die Sättigungsflächen 𝔈, 𝔄, 𝔇, 𝔊 dieser kristallisierten Phasen[1], die Sättigungskurven von je 2 Phasen und die invarianten Punkte E_1, E_2 auf die Ebene des Konzentrationsdreiecks $C'A'D'$ projiziert. Gleichzeitig sind darin die Punkte, welche die Zusammensetzungen C, A, D, G, E_1, E_2 und M darstellen, in der Weise miteinander verbunden, daß Strukturfelder abgegrenzt werden. Beispiele

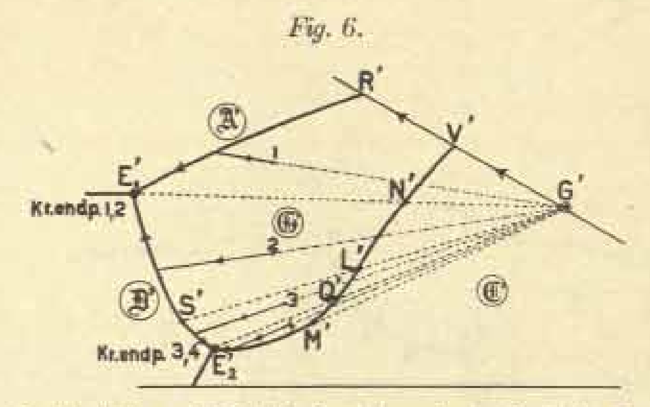
[1] In dem System $NaCl - KCl - CdCl_2$ gehört das Flächenstück 𝔈 dem Gebiete der Mischkristalle (Na, K) Cl an; aber der Gehalt an KCl ist hier so gering, daß er im folgenden vernachlässigt werden kann.

für die Projektionen von Kristallisationsbahnen, die in diesen Feldern beginnen, sind in Fig. 6, 7a, 7b enthalten.

Der durch die Punkte G', D' parallel zur Temperaturachse gelegte Schnitt trifft die Sättigungsfläche 𝔊 in einer Rückenlinie LS, die von Kristallisationsbahnen nicht überschritten werden kann. Von ihr senkt sich 𝔊 nach den eutektischen Punkten E_1, E_2. Auf der diese Punkte verbindenden Sättigungskurve herrscht die höchste Temperatur in S. Die in den Strukturfeldern von 𝔊 beginnenden Kristallisationsbahnen (Fig. 6) treffen nur eutektische Kurven.

Um die Kristallisationsfolge von Lösungen zu ermitteln, deren Konzentrationen durch Punkte der Projektion des Sättigungsfeldes ℭ' dargestellt werden, beachten wir folgende Einteilung dieses

Fig. 6.



Strukturfelder und Kristallisationsbahnen in der Projektion 𝔊' der Sättigungsfläche der Verbindung $G = 2NaCl \cdot CdCl_2$.

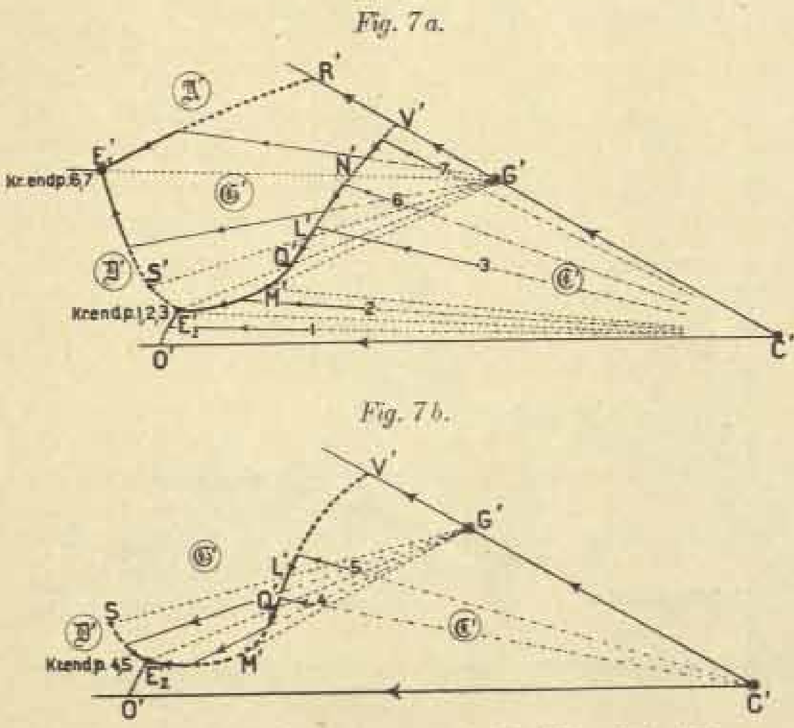
Gebietes in Strukturfelder (Fig. 7a, 7b). Zunächst wird ℭ' durch $C'M'$ in zwei Konzentrationsgebiete zerlegt. Bahnen, die in $C'O'M'$ beginnen (wie 1, 2), stoßen auf die eutektischen Kurven OE_2 oder ME_2 und endigen in E_2. Dagegen verlaufen die von einem Punkte in $C'V'M'$ ausgehenden Bahnen nach der Umsetzungskurve VM und können dann nach E_1 oder nach E_2 gelangen. Denn durch die Tangente $G'M'$ werden in $C'V'M'$ die Konzentrationsgebiete $G'M'C'$ und $G'M'V'$ bestimmt. Im Strukturfelde $G'M'C'$ liegen die Ausgangspunkte der Bahnen von Lösungen (z. B. 3), die so reich an der Komponente C sind, daß die Umsetzung von Kristallen C mit gesättigten Lösungen zur Verbindung G längs VM unvollständig bleibt und durch Überschreitung von M der Übergang von der Umsetzungskurve VM zur eutektischen Kurve ME_2 vollzogen werden kann. Der Kristallisationsendpunkt fällt also nach E_2.

Die Punkte des anderen Strukturfeldes $G'M'V'$ haben die Eigenschaft, daß die Verlängerungen ihrer Verbindungsgeraden mit G' auf

die Projektion der Umsetzungskurve $V'M'$ treffen. Daher müssen die zugehörigen Bahnen diese Kurve verlassen und das Feld 𝔊 überschreiten. Sie stoßen dann auf die nach den eutektischen Punkten E_2 oder E_1 hinzielenden Grenzkurven dieses Feldes.

Jetzt läßt sich $G'M'V'$ noch weiter zerlegen durch den Schnitt $G'D'$ in die Strukturfelder $G'L'M'$ und $G'L'V'$.

Von besonderem Interesse ist das soeben erhaltene zwischen dem Schnitt $G'D'$, der Tangente $G'M'$ und der Projektion der Umsetzungskurve gelegene Konzentrationsgebiet $G'L'M'$, das durch $G'E'_2$ noch



Strukturfelder und Kristallisationsbahnen in der Projektion ℭ' der Sättigungsfläche der Komponente C = NaCl.

einmal geteilt wird in $G'L'Q'$ und $G'Q'M'$. Denn die Bahnen, die von Punkten dieser beiden Strukturfelder ausgehen (z. B. 5, 4), entsprechen Kristallisationsvorgängen, die bemerkenswert sind durch das Verschwinden der primär gebildeten Komponente C und ihr Wiederauftreten in einem eutektischen Gemenge. Auf die Abscheidung von NaCl folgt die vollständige Umsetzung dieser Kristalle mit Lösung zur Verbindung $G = 2NaCl \cdot CdCl_2$. Nach deren Abschluß wird zunächst nur diese Verbindung weiter ausgeschieden, bis ein Gemenge von:

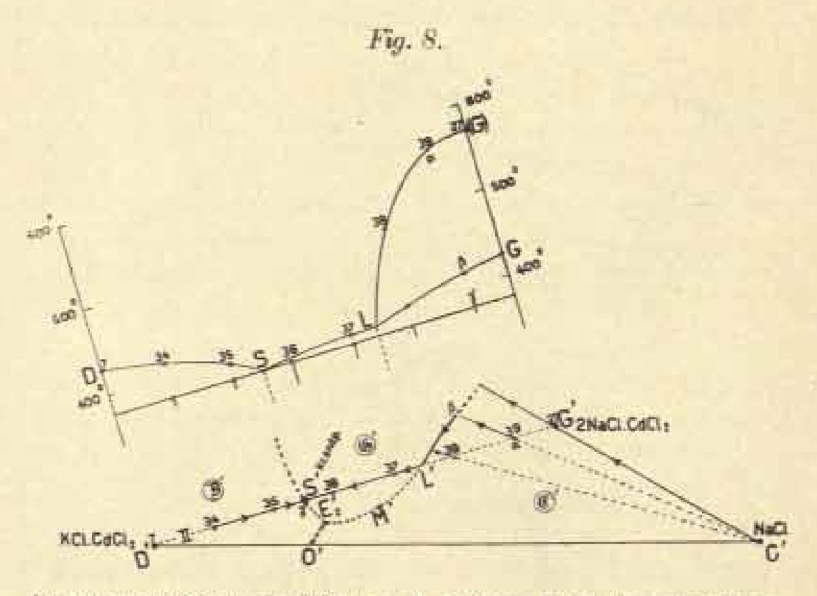
$$G + KCl \cdot CdCl_2 \quad \text{oder} \quad G + NaCl$$

entsteht, je nachdem die Konzentration der Lösung durch einen Punkt des Feldes $G'L'Q'$ (z. B. 5) oder $G'Q'M'$ (z. B. 4) dargestellt wird. In dem letzteren Falle kristallisiert also NaCl schon im binären Eutektikum wieder selbständig aus, und in beiden Fällen beteiligt es sich an der Zusammensetzung des ternären Eutektikums E_2:

$$2\,NaCl \cdot CdCl_2 + KCl \cdot CdCl_2 + NaCl.$$

Die zur thermischen Analyse dienenden Lösungen werden reihenweise so gewählt, daß ihre Konzentrationen durch Punkte einer Schnittgeraden des Konzentrationsdreiecks dargestellt werden. Dann ergibt sich aus Beobachtungen über die Unstetigkeiten in dem Abfall der

Fig. 8.



Kristallisationsbahnen der Lösungen des Schnittes II mit dem zugehörigen Konzentrations-Temperatur-Diagramm.

Temperatur-Zeit-Kurven, die durch frei werdende Kristallisationswärme erzeugt werden, das über der Geraden stehende Konzentrations-Temperatur-Diagramm. Legt man dieses Diagramm in die Ebene des Konzentrationsdreiecks um (Fig. 8—10), so tritt die Beziehung zwischen den Kristallisationsbahnen und den Knicken oder Haltepunkten auf den zugehörigen Abkühlungskurven unmittelbar hervor.

Die Anzahl der Beobachtungen ist so zu wählen, daß mit Hilfe der Gleichgewichtskurven des Diagramms die Punkte bestimmt werden können, in denen die Grundlinie von den Trennungslinien der Strukturfelder getroffen wird. Denn daraus können einzelne Punkte der Sättigungskurven und vor allem die invarianten Punkte des ternären Systems abgeleitet werden.

In dem vorliegenden Falle handelt es sich um den Nachweis, daß die Projektion 𝔊′ der Sättigungsfläche der Verbindung G über den Schnitt $G'D'$ hinausreicht und daß von dem Punkte G', der die Zusammensetzung der Verbindung darstellt, an die Projektion der Sättigungskurve VE_2 eine Tangente $G'M'$ gelegt werden kann, deren Berührungspunkt M' zu ermitteln ist.

Die Beobachtungen von H. Brand an Lösungen, deren Konzentrationen durch Punkte der Geraden $G'D'$ dargestellt werden, ergeben das Diagramm Fig. 8, aus dessen Gleichgewichtskurven hervorgeht,

Fig. 9a.

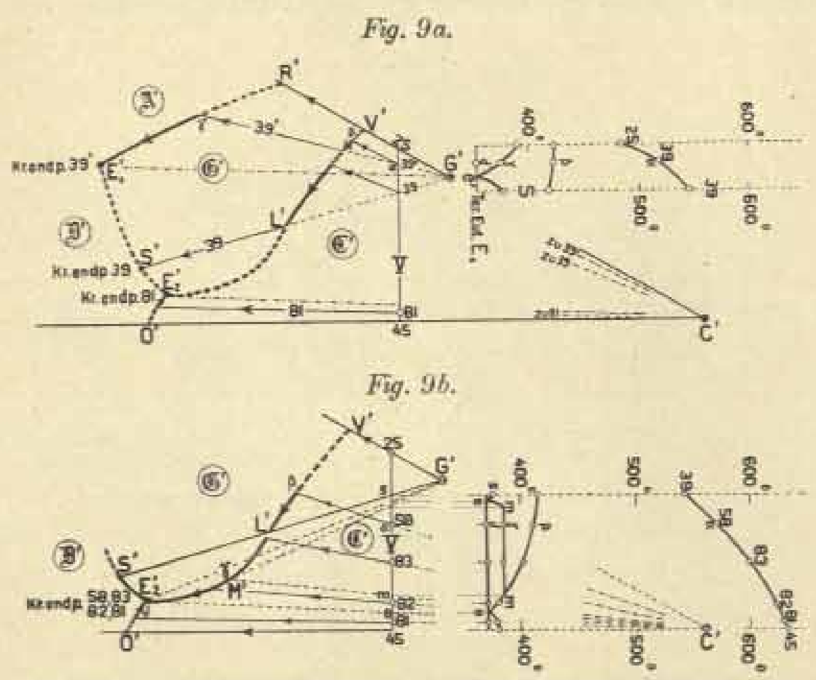


Fig. 9b.

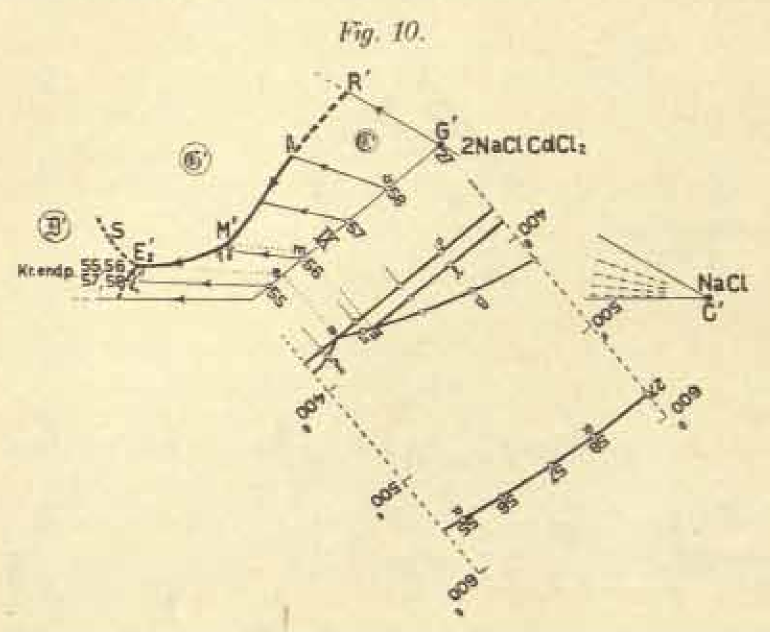
Kristallisationsbahnen der Lösungen des Schnittes V mit dem zugehörigen Konzentrations-Temperatur-Diagramm.

daß die Lösungen 34—37 der Konzentrationsstrecke $D'L'$ nur zwei Wärmeentwicklungen aufweisen, nicht drei, wie in dem vorhergehenden Falle (S. 167). In der Tat bleiben die Projektionen der zugehörigen Kristallisationsbahnen in der Geraden $D'L'$. Nur die in Punkten von $L'G'$ beginnenden Bahnen verlassen $D'L'$, so daß auf den Abkühlungskurven drei Unstetigkeiten α, β, γ beobachtet werden. Alle Bahnen endigen in S bei 375°. Hiermit ist bewiesen, daß 𝔊′ von $D'G'$ geschnitten wird. Zur Bestimmung des Verlaufes der Sättigungskurven gewinnen wir die Schnittpunkte S' und L' von $G'D'$ mit den Projektionen von $E'_1E'_2$ und E'_2V'.

Der mit V bezeichnete Schnitt zwischen G' und der Linie $V'E'_1$ (Fig. 9a, 9b) trifft alle in ℭ′ zu unterscheidenden Strukturfelder. Er

muß daher Auskunft über die Beschaffenheit der Sättigungskurven VE_2 und OE_2 gewähren. Die auffallendste Eigenschaft des über V stehenden Diagramms besteht darin, daß auf den Abkühlungskurven des mittleren Konzentrationsbereiches vier Unstetigkeiten α—δ beobachtet wurden, von denen γ eine durch die Gerade mm dargestellte konstante Temperatur 383° besitzt. Hierin besteht eine wesentliche Verschiedenheit gegenüber der durch Fig. 4 dargestellten Anordnung, denn die thermische Analyse der analog zusammengesetzten Lösungen würde nur drei Unstetigkeiten ergeben. Aus dem Vergleich des Diagramms mit dem Verlauf der Kristallisationsbahnen geht her-

Fig. 10.



Kristallisationsbahnen der Lösungen des Schnittes IX mit dem zugehörigen Konzentrations-Temperatur-Diagramm.

vor, daß der Temperatur γ auf der Projektion der Sättigungskurve VE_2 der Punkt M' entspricht, in dem der Übergang von der Umsetzungsstrecke $V'M'$ in die eutektische Strecke $M'E'$ stattfindet. Auf diese Weise ist die Existenz der Tangente $G'M'$ nachgewiesen. Ferner sind die Punkte M' und E'_2 festgelegt, die sich durch die von G' und C' ausgehenden Trennungslinien der Strukturfelder je zweimal in die Grundlinie des Diagramms projizieren.

Eine Prüfung dieser Ergebnisse gestatten die Beobachtungen an Lösungen, deren Konzentrationen durch Punkte des Schnittes IX dargestellt werden. Denn in dem zugehörigen Diagramm (Fig. 10) tritt ebenfalls eine der konstanten Temperatur γ des Übergangspunktes M entsprechende Parallele zur Grundlinie auf.

3. Die Projektion 𝔊′ der Sättigungsfläche der Verbindung G erstreckt sich über den Schnitt $G'B'$ hinweg, so daß die beiden invarianten Punkte jenseits $G'B'$ liegen (Fig. 11a, 11b).

Fig. 11a.

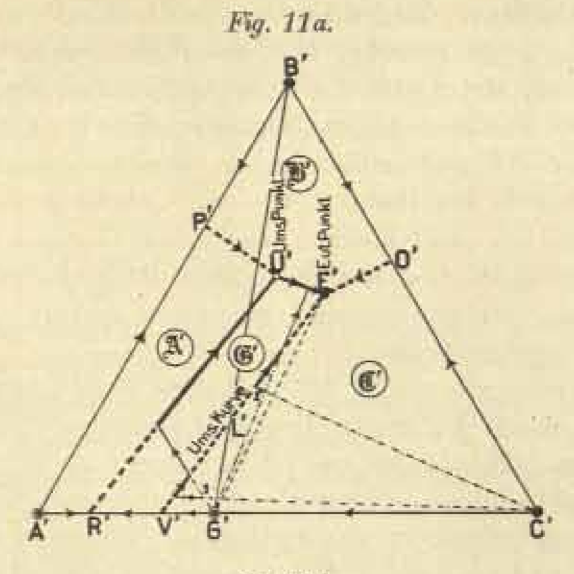
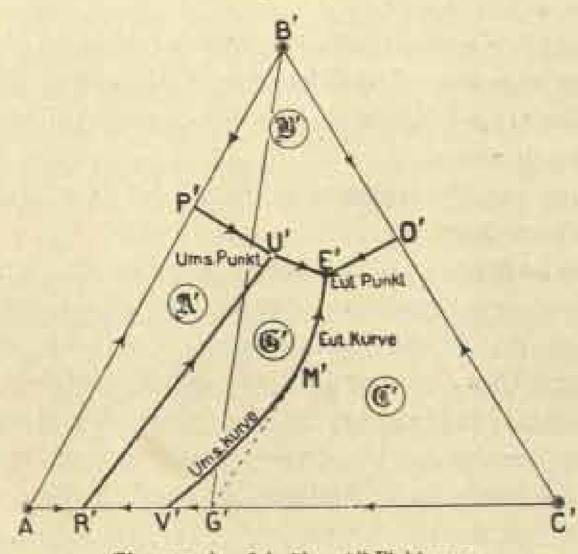


Fig. 11b.



𝔊′ erstreckt sich über $G'B'$ hinweg.

Die Sättigungskurve VE der Stoffe G und C ist vollständig (Fig. 11a) oder wenigstens bis zu dem Punkte M, dessen Projektion durch die Tangente $G'M'$ an $V'E'$ bestimmt ist (Fig. 11b), eine Umsetzungskurve, für deren Punkte die Reaktion (1) $G \longleftarrow C +$ Lösung gilt. Sie endigt in dem eutektischen Punkte E, in dem der Vorgang (2) $B +$

$C+G \leftarrow$ Lösung E' stattfindet. Der zweite invariante Punkt U ist ein Umsetzungspunkt, charakterisiert durch (3) $G+B \leftarrow A+$ Lösung U'.

Bemerkenswerte Kristallisationen würden eintreten in Lösungen, deren Konzentrationen dargestellt werden durch Punkte der beiden Strukturfelder, die zwischen $G'E'$ und $V'E'$ liegen. Eine von 2 in $G'L'E'$ ausgehende Bahn trifft die Umsetzungskurve, überschreitet nach Vollendung der Reaktion (1) das Sättigungsfeld 𝔖, stößt auf die eutektische Kurve UE und endigt in E. Demnach folgt auf die Abscheidung von C die Bildung von G. Nachdem C vollständig verschwunden ist, kristallisiert zunächst nur G, darauf das Gemenge $G+B$ und schließlich $G+B+C$, so daß die Komponente C wieder gebildet wird. Im ganzen sind auf einer Abkühlungskurve vier Unstetigkeiten zu beobachten.

Noch eigenartiger würde das Verhalten einer Lösung sein, deren Konzentration einem Punkte 1 des Strukturfeldes $G'V'L'$ entspricht. Die Kristallisationsbahn muß nach Überschreitung von 𝔖 der eutektischen Kurve RU folgen. Wenn sie den Umsetzungspunkt U erreicht hat, wird sich die Reaktion (2) vollziehen. Die Bahn schreitet dann nach UE fort und endigt in E. Es werden also fünf Wärmeentwickelungen auftreten durch:

α) primäre Kristallisation der Komponente C,

β) Erzeugung von Kristallen der Verbindung G bei der Umsetzung (1) — nachdem C verschwunden ist, kristallisiert nur noch G —,

γ) Bildung des Gemenges von G und der neu hinzutretenden Komponente A,

δ) Aufzehrung von A durch die Umsetzung (3) und Entstehung des Gemenges von G und der Komponente B,

ε) Bildung des ternären Eutektikums $G+B+C$, worin die Komponente C wieder auftritt, durch die Reaktion (2).

Ein Kristallisationsvorgang, in dem eine der Komponenten des Systems auftritt, verschwindet und wiedererscheint, während eine zweite Komponente bald nach ihrer Bildung aufgezehrt wird, scheint noch nicht beobachtet zu sein.

Adresse an Hrn. WILHELM PFEFFER zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 10. Februar 1915.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum bringt Ihnen die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften ihre herzlichen Glückwünsche dar.

Frühzeitig schon sind Sie in wissenschaftliche und persönliche Beziehungen zu unserer Akademie getreten. Als Schüler unseres langjährigen ausgezeichneten Mitgliedes N. PRINGSHEIM haben Sie die Methoden und Ziele der damals in voller Blüte befindlichen Entwickelungsgeschichte kennen gelernt und dadurch gründliche Einblicke in den Werdegang der pflanzlichen Organismen getan, deren Lebensgetriebe Sie später so erfolgreich aufzuhellen bestrebt waren. JULIUS SACHS, der die Pflanzenphysiologie in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts mächtig gefördert hat, führte Sie in diese Wissenschaft ein, in der Sie schon durch Ihre ersten größeren Arbeiten »über die Reizbarkeit der Pflanzen« und »über das Öffnen und Schließen der Blüten« sich als selbständiger Forscher betätigten. Es ist für Ihre späteren Arbeiten auf dem Gebiete der Reizerscheinungen von symbolischer Bedeutung geworden, daß die erste Pflanze, mit deren Bewegungen Sie sich eingehend beschäftigt haben, die Sinnpflanze, Mimosa pudica, gewesen ist. Auf BRÜCKES Arbeit, die Sie selbst als klassisch bezeichnet haben, weiterbauend, ist es Ihnen gelungen, die Mechanik der Reizbewegungen der Sinnpflanze vollständig klarzulegen. Dieser Erfolg hat Sie aber nicht wie andere Forscher darin bestärkt, die Reizerscheinungen als grobphysikalische Vorgänge aufzufassen. Sie haben vielmehr schon frühzeitig erkannt, daß die ungeheure Komplikation jener Vorgänge und Zusammenhänge, die Sie später die Reizkette nannten, eine charakteristische Eigentümlichkeit aller Reizerscheinungen, ja aller Lebensvorgänge überhaupt ist. Mancher Forscher vor Ihnen hat bereits das Bedürfnis gefühlt, den Begriff der Reizbarkeit der Organismen seines halb mystischen Charakters zu entkleiden. Doch erst Ihnen blieb es vorbehalten, die Reizvorgänge als Auslösungsvorgänge klar erkannt und gekennzeichnet zu haben.

Was Sie im Laufe Ihres arbeitsreichen Lebens auf dem weiten Gebiete der Reizphysiologie geahnt, entdeckt, enträtselt haben, wird einst eines der anziehendsten Kapitel in der Geschichte der Botanik bilden. Nur an eines möchten wir hier noch erinnern: Es ist Ihnen gelungen, durch geeignete Reizstoffe Bakterien und Spermatozoiden in Glaskapillaren zu locken, auf diese Weise die Chemotaxis dieser Organismen festzustellen und die Gültigkeit des Weberschen Gesetzes auch auf dem Gebiete der pflanzlichen Reizvorgänge nachzuweisen. Damit haben Sie dieses Gebiet bis an die Grenzen der Sinnespsychologie erweitert, d. i. bis an jene Grenzen, wo die nüchterne Naturforschung Halt machen muß, wenn sie nicht dem Spiele mit mehr oder minder berechtigten Analogien die Alleinherrschaft überlassen will.

Fünf Jahre nach Ihren Erstlingsarbeiten über die Reizbarkeit der Pflanzen haben Sie Ihre »Osmotischen Untersuchungen« veröffentlicht, zu denen Sie das Bedürfnis gedrängt hat, gewisse Tatsachen, die Ihnen beim Studium der Reizbewegungen entgegentraten, kausal zu erklären. Sie mußten vor allem die Ursache der auffallend hohen Druckkräfte aufdecken, die in den lebenden Pflanzenzellen bestehen. Daß und wie Ihnen dies gelungen ist, wird nicht nur in der Geschichte der Botanik als eine Ihrer fruchtbarsten Leistungen gefeiert werden. Die Hoffnung, die Sie im Vorwort Ihrer »Osmotischen Untersuchungen« aussprachen, »daß auch andere tätig auf einem Gebiete eingreifen möchten, dem die Arbeitskraft eines einzelnen nicht entfernt gewachsen ist« — diese Hoffnung ist weit über Ihr Erwarten hinaus in Erfüllung gegangen. Nicht nur Pflanzenphysiologen, auch Chemiker und Physiker haben an die Ergebnisse Ihrer grundlegenden Untersuchungen angeknüpft, und ein weitschauendes Mitglied unserer Akademie, van't Hoff, dessen vorzeitigen Tod wir noch heute schmerzlich beklagen, hat in seiner »Theorie der Lösungen« aus Ihren Forschungsergebnissen die letzten Konsequenzen gezogen. Daß Untersuchungen, die von den Reizbewegungen der Sinnpflanzen ihren Ausgang nahmen, in ihrer Weiterverfolgung schließlich zur Mitbegründung der physikalischen Chemie geführt haben, wird in der Geschichte der Naturwissenschaften immer eines der lehrreichsten Beispiele für die lebendige Wechselwirkung zwischen Biologie und Physik bilden.

Sollen wir auch noch Ihre Verdienste um die Erweiterung und Vertiefung unserer Kenntnisse über den Stoffwechsel der Pflanzen, Ihre erfolgreichen Bemühungen um die Entwickelungsphysiologie erwähnen? Wir dürfen darauf verzichten, da wir Ihnen keine wenn auch noch so knappe und nur auf Schlagworte sich beschränkende Geschichte der Pflanzenphysiologie im letzten halben Jahrhundert vortragen wollen.

Eines Werkes haben wir aber noch zu gedenken: Ihres Handbuches der Pflanzenphysiologie. Mit echt deutscher Gründlichkeit, mit unerbittlichem Scharfsinn und mit der sorgfältigsten Abwägung aller Denkmöglichkeiten haben Sie in diesem groß angelegten Werke ein Bild des Pflanzenlebens entworfen, das trotz seines Überreichtums an Einzelzügen die zusammenfassende Linienführung nicht vermissen läßt, die der Hand des Meisters eignet.

Ihr fünfzigjähriges Doktorjubiläum fällt in eine ernste, schwere Zeit. Auch um die Eigenart und Zukunft der deutschen Wissenschaft wird hart gerungen, zu deren Ruhm Sie ein halbes Jahrhundert lang unermüdlich beigetragen haben. Möge es Ihnen vergönnt sein, sich nach Abschluß eines ehrenvollen Friedens noch lange in körperlicher und geistiger Frische der Früchte zu erfreuen, die die von Ihnen ausgestreute Saat noch bis in eine ferne Zukunft tragen wird.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Unterschiede zwischen den koptischen Dialekten bei der Wortverbindung.

Von Adolf Erman.

(Vorgelegt am 11. Februar 1915 [s. oben S. 151].)

Im Jahre 1883 habe ich in einem kurzen Aufsatze dargelegt, daß das Koptische eine scharfe Betonung hat, die in jedem Komplexe eng zusammengehöriger Wörter nur einen vollen Vokal, den des letzten Wortes, übrigläßt, während alle vor der Tonsilbe dieses Wortes liegenden Vokale auf das äußerste verkürzt werden. Aus *ⲥⲧⲟⲓ ⲛⲟⲩϥⲉ *stoi nûfe* »guter Geruch« wird ⲥϯⲛⲟⲩϥⲉ *sti-nûfe*, aus *ⲧⲣⲟϥ ϩⲱⲧⲃ̅ ⲡⲁⲓ ⲣⲱⲙⲉ *trof hôt^{e}b pai rôme* »ihn diesen Mann töten lassen« wird ⲧⲣⲉϥ-ϩⲉⲧⲃ̅-ⲡⲉⲓ-ⲣⲱⲙⲉ *tref-hetb-pei-rôme* usw.

Dieses »Enttonungsgesetz« und das von Steindorff aufgestellte Gesetz der Einvokaligkeit[1] der Wörter gehören seitdem zu dem unentbehrlichen Rüstzeug der koptischen Grammatik, und auch in der ägyptischen Sprache sollen sie schon Geltung gehabt haben. Ich kann nicht leugnen, daß ich den Glauben an die unbedingte Geltung dieser beiden Gesetze nicht mehr teile und zum mindesten das meine verdient eine ernstliche Nachprüfung, da ich es einseitig aus dem Sahidischen abgeleitet hatte. Und damit berühre ich einen wunden Punkt der Ägyptologie, und es ist gut, einen Augenblick bei ihm zu verweilen, ehe wir uns unserer eigentlichen Untersuchung zuwenden.

Während man früher, wenn man vom Koptischen sprach, dabei zunächst an den bohairischen, unterägyptischen Dialekt, die Kirchensprache der heutigen Kopten, dachte, ist diese Anschauung in den letzten Jahrzehnten der entgegengesetzten gewichen, und heute versteht man unter Koptisch in erster Linie den sahidischen Dialekt von Oberägypten, und das mit Recht, denn er ist ja die eigentliche alte Lite-

[1] Die tonlosen Formen in der ägyptischen Sprache, Zeitschr. f. ägypt. Sprache 21, 38 ff.

[2] Steindorff, Koptische Grammatik, 1. Aufl. (1894) § 41.

ratursprache. Aber nicht richtig ist es, daß die Ägyptologen sich nun angewöhnt haben, auch bei sprachlichen Untersuchungen dem Sahidischen den Vorzug zu geben, ja es eigentlich allein noch zu berücksichtigen. Ich darf diese Einseitigkeit um so eher bedauern, als ich selbst wesentlich Schuld an ihr trage. Was mich vor 30 und mehr Jahren dazu bewog, in dem Sahidischen das eigentliche Werkzeug der Ägyptologie zu sehen, waren einmal die merkwürdigen Spuren längst verlorener Konsonanten, die das Sahidische in seinen »gebrochenen Vokalen« aufweist[1], und mehr noch waren es die unklaren Vorstellungen, die wir damals vom Bohairischen hegten: es galt uns als ein »jüngerer« Dialekt, der in späten Handschriften schlecht überliefert sei[2]; es lohnte kaum, aus dieser trüben Quelle zu schöpfen, wo man den reinen Born der alten sahidischen Texte hatte. Was das Bohairische an Besonderheiten aufwies, war uns daher (wenn das Gegenteil nicht etwa so klar lag wie bei dem ϩ) immer verdächtig, und wenn es beispielsweise im Boh. ⲥⲱⲧⲉⲙ und ⲟⲩⲟⲛⲧⲁϥ hieß und im Sah. ⲥⲱⲧⲙ̅ und ⲟⲩⲛ̄ⲧⲁϥ, so ließen wir die volleren bohairischen Formen gern auf sich beruhen. Störten sie doch die einfachen klaren Verhältnisse, die das Sahidische aufwies.

Das mochte nun wohl damals in den Anfängen dieser Studien verzeihlich sein, aber leider vernachlässigen wir auch heute noch das Bohairische mehr als gut ist; wir vergleichen wohl seinen Wortschatz und zitieren gelegentlich auch mal eine grammatische Bildung aus ihm, aber das »Koptische«, das wir der Rekonstruktion der alten Sprache zugrunde legen, ist eigentlich immer das Sahidische. Es will mir scheinen, als sei es an der Zeit, dieses Verhalten zu ändern und uns insbesondere zu fragen, ob denn die Fälle einfacherer und konsequenterer lautlicher Gestaltung im Sahidischen auch wirklich immer etwas Altertümliches seien. Wenn der treffliche alte Peyron (Gramm. S. XIX) das Sahidische höher stellte als das Bohairische, weil es »magis regularis atque ad analogiam exacta« sei, so konnte das 1841 wohl noch als ein Vorzug gelten, aber heute müssen wir uns doch sagen, daß eine solche Gleichförmigkeit des Baues gemeinhin durch eine Verwischung ursprünglicher Unterschiede entsteht; die »analogia« ist eben wirklich durchgeführt und hat die alten Unebenheiten ausgeglichen.

Während die älteren Grammatiken sich dahin aussprachen, daß der durch den übergesetzten Strich angedeutete kürzeste Vokal sich

[1] So zuerst Stern, Gramm. § 108. 109.

[2] Vgl. die Darstellung bei Stern, Gramm. S. 1—2 und das Urteil Peyrons (Gramm. S. XIX f.).

nur graphisch von dem ⲉ unterscheide[1], nehmen wir heute[2] an, daß beide zwei verschiedene Laute darstellen: ein ⲧⲉⲛ ist *tĕn*, ein ⲧⲛ̄ $t^{e}n$. Gibt man dies aber zu — und es ist ja in der Tat evident, daß hier zwei verschiedene Stufen der Kürze ziemlich konsequent unterschieden werden — so ergibt sich auch gleich ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Bohairischen und dem Sahidischen: das Bohairische hat vielfach ein *ĕ*, wo das Sahidische nur ein ^{e} hat. Es heißt boh. ⲥⲉⲃⲧⲉ-ⲫⲙⲱⲓⲧ »den Weg bereiten« statt sah. ⲥⲃ̄ⲧⲉ-ⲧⲉϩⲓⲏ; boh. ⲉⲧⲁϥⲉⲣ-ⲓ̅ⲃ̅ ⲛ̀ⲣⲟⲙⲡⲓ »als er zwölf Jahre alt war« statt sah. ⲛ̄ⲧⲉⲣⲉϥⲣ̄-ⲙⲛ̄ⲧⲥⲛⲟⲟⲩⲥ ⲛ̄ⲣⲟⲙⲡⲉ; boh. ϧⲉⲛ-ⲡⲓⲥⲱⲙⲁ »in dem Leibe« statt sah. ϩⲙ̄-ⲡⲥⲱⲙⲁ usw. Mit andern Worten: das Bohairische hat in diesen Fällen die Verkürzung der ursprünglichen Vokale nicht ganz so weit getrieben wie das Sahidische; aus *sobtĕ*, *ĭrĕ* und *ḥûn* hat es bei der Enttonung *sĕbtĕ-*, *ĕr-* und *ḥĕn-* gemacht, während das Sahidische sie noch um einen Grad weiter zu $s^{e}bt\check{e}$-, ^{e}r- und $h^{e}n$ reduziert hat.

Was hier von den enttonten Silben in den Wortverbindungen gilt, gilt ebenso von den unbetonten Silben des einzelnen Wortes. Auch da sind die Reste der alten unbetonten Vokale im Bohairischen vielfach, besonders vor Liquiden[3], noch als *ĕ* erhalten, wo das Sahidische in seinem ^{e} nur noch eine schwache Spur von ihnen bewahrt: boh. ⲉⲣⲱⲧⲉⲛ »zu euch«, sah. ⲉⲣⲱⲧⲛ̄; boh. ⲥⲱⲧⲉⲙ »hören«, sah. ⲥⲱⲧⲙ̄; boh. ϧⲱⲧⲉⲃ »töten«, sah. ϩⲱⲧⲃ̄; boh. ⲑⲟⲛⲧⲉⲛ »vergleichen«, sah. ⲧⲟⲛⲧⲛ̄; boh. ⲧⲉⲃⲧ »Fisch«, sah. ⲧⲃ̄ⲧ; boh. ϩⲓϫⲉⲛ- »auf«, sah. ϩⲓϫⲛ̄- usw.

Den Unterschied, der sich in diesen Punkten zwischen den beiden Dialekten zeigt, können wir uns gut an dem Beispiel unserer eigenen Umgangssprache klarmachen; wer in »hole den Wagen« noch *den wâgĕn* spricht, steht auf dem Standpunkt des Bohairischen, wer schon $d^{e}nw\hat{a}g^{e}n$ sagt, steht auf dem des Sahidischen. Das ist an und für sich gewiß kein großer Unterschied, aber er ist doch als Symptom wichtig, denn er zeigt, daß der Unterägypter noch etwas gemessener und langsamer sprach als sein Landsmann im Süden.

Und sieht man nun daraufhin die beiden Dialekte an, so trifft man in der Tat auf mancherlei Differenzen, die alle auf einen solchen Unterschied in der Sprechweise deuten. Ich will die einzelnen Fälle, die mir aufgestoßen sind, hier aufführen; erschöpfend ist diese Zusammenstellung natürlich nicht.

---

[1] Peyron, Gramm. S. 7; Stern, Gramm. § 69—71. So auch noch Mallon, Gramm.[2] S. 16.

[2] Zuerst wohl Steindorff, Gramm.[2] § 19.

[3] Stern, Gramm. § 73.

A. Bei den Ausdrücken für »es ist, es ist nicht« verkürzt das Bohairische nicht:

boh. **ⲟⲩⲟⲛ ϫⲟⲙ ⲙ̄ⲙⲟⲕ** »du vermagst«, aber sah. **ⲟⲩⲛ̄ϭⲟⲙ ⲙ̄ⲙⲟⲕ** (Luk. 5, 12);

boh. **ⲙ̀ⲙⲟⲛ ϫⲟⲙ ⲙ̄ⲙⲟⲕ** »du vermagst nicht«, aber sah. **ⲙ̄ⲙⲛ̄ϭⲟⲙ ⲙ̄ⲙⲟⲕ** (ebenda 1, 20) oder gewöhnlicher sogar **ⲙⲛ̄ϭⲟⲙ ⲙ̄ⲙⲟⲕ**;

boh. **ⲛⲉⲟⲩⲟⲛ ϩⲁⲛⲙⲁⲛⲉⲥⲱⲟⲩ** »es waren Hirten«, aber sah. **ⲛⲉⲩⲛ̄ ϩⲉⲛϣⲟⲟⲥ** (ebenda 2, 8).

Ebenso steht es mit den aus »es ist bei ihm« entstandenen Ausdrücken für »er hat, er hat nicht«: auch sie haben bohairisch im Verbum noch ihren vollen Vokal, und selbst die Zusammenziehung ihrer beiden Bestandteile ist noch nicht immer erfolgt:

boh. **ⲟⲩⲟⲛ ⲛ̄ⲧⲏⲓ ⲛ̄ⲟⲩⲥⲁϫⲓ** »ich habe ein Wort«, aber sah. **ⲟⲩⲛ̄ϯ-ⲟⲩϣⲁϫⲉ** (Luk. 7, 40);

boh. **ⲟⲩⲟⲛⲧⲟⲩ ⲃⲏⲃ ⲙ̄ⲙⲁⲩ** »sie haben Höhlen«, aber sah. **ⲟⲩⲛ̄ⲧⲁⲩ ⲛⲉⲩⲃⲏⲃ** (ebenda 9, 58);

boh. **ⲙ̄ⲙⲟⲛϯ ⲣⲱⲙⲓ ⲙ̄ⲙⲁⲩ** »ich habe niemand«, aber sah. **ⲙ̄ⲛ̄ϯ-ⲣⲱⲙⲉ ⲙ̄ⲙⲁⲩ** (Joh. 5, 7).

Auch in den Formen des »er hat«, die mit direktem »Objekt« verbunden sind und die deshalb den Vokal des »bei ihm« verkürzen, geht diese Verkürzung im Bohairischen wieder nur bis zum **ⲉ**:

boh. **ⲙ̄ⲙⲟⲛⲧⲉϥ ⲙⲁ** »er hat keine Stätte« (Matth. 8, 20), aber sah. **ⲙⲛ̄ⲧϥ̄-ⲙⲁ**.

Das Bohairische beläßt also dem **ⲟⲩⲟⲛ** und **ⲙ̄ⲙⲟⲛ** noch durchweg seinen Vokal, selbst da, wo es sie in enge Verbindung mit **ⲛ̄ⲧⲁϥ** und mit einem Objekt stellt; aus dem ursprünglichen *u̯ón ᵉntáf umḗš* »er hat eine Menge« macht es zwar meist ein *u̯óntaf ᵉnumḗš* oder ein *u̯óntef-umḗš*, nie aber spricht es das Ganze so als einen einzigen Komplex: *u̯ᵉntᵉfuméēše*, wie das im Sahidischen üblich ist. Und dieser Annahme widerspricht es auch nicht, wenn man Beispiele liest wie:

boh. **ⲙ̄ⲙⲟⲛⲧⲉϥ ϣⲏⲣⲓ ⲇⲉ** »er hatte aber keinen Sohn«, sah. **ⲙⲛ̄ⲧϥ̄-ϣⲏⲣⲉ ⲇⲉ**;

boh. **ⲛⲉⲟⲩⲟⲛⲧⲉϥ ⲟⲩⲙⲏϣ ⲅⲁⲣ** »denn er hatte eine Menge« (Matth. 19, 22) mit den Varianten: **ⲛⲉⲟⲩⲟⲛ ⲛ̄ⲧⲁϥ ⲅⲁⲣ ⲛ̄ⲟⲩⲙⲏϣ** und **ⲛⲉⲟⲩⲟⲛ ⲟⲩⲙⲏϣ ⲅⲁⲣ ⲛ̄ⲧⲁϥ**.

Da **ⲇⲉ** und **ⲅⲁⲣ** ja dem ersten Worte des Satzes zu folgen pflegen, so könnte man aus solchen Beispielen schließen, daß auch das Bohairische sein **ⲙ̄ⲙⲟⲛⲧⲉϥ ϣⲏⲣⲓ** oder **ⲛⲉⲟⲩⲟⲛ ⲛ̄ⲧⲁϥ** oder **ⲛⲉⲟⲩⲟⲛ ⲟⲩⲙⲏϣ** trotz der mangelnden Enttonung ebenso als ein Wort gesprochen habe wie das Sahidische sein **ⲙⲛ̄ⲧϥ̄-ϣⲏⲣⲉ**. Aber diese Annahme, daß die theoretisch »an zweiter Stelle« des Satzes stehenden Partikeln uns auch an-

zeigten, was im Koptischen einen Lautkomplex bilde, ist unrichtig, wenn sie auch für die besonderen Verhältnisse des Sahidischen gilt. Man darf nur sagen, daß diese Partikeln hinter der ersten Wortgruppe stehen; aber eine solche Wortgruppe, die durch den Sinn oder durch das grammatische Verhältnis zusammengehalten wird, bildet durchaus nicht immer auch ein lautliches Ganze. Das sollte uns doch schon aus unserer eigenen Sprache geläufig sein: wenn wir z. B. sagen: »wie vieles und Trauriges aber liegt dazwischen«, so sprechen wir wirklich die vier ersten Worte nicht als einen lautlichen Komplex, sondern als deren zwei mit zwei deutlichen Hauptakzenten, und doch setzen wir das »aber« hinter sie, das in anderen Fällen doch auch »an zweiter Stelle« steht. Wir können aus der Stellung solcher Partikeln eben nur schließen, daß die davorstehenden Worte dem Sinne nach eng zusammengehören; tritt dabei noch ein lautliches Zusammensprechen und eine Entfonung auf, wie stets im Sahidischen, so ist das nur eine Begleiterscheinung, und wir haben kein Recht, diese nun gar auch in der alten Sprache der Ägypter ebenso vorauszusetzen[1].

B. Auf denselben Unterschied in der Sprechweise der beiden Dialekte deutet auch der Befund bei den Präpositionen. Das Sahidische verkürzt sie auf das äußerste und zieht sie auf das engste an das Substantiv, dessen Artikeln sie sich daher auch lautlich anpassen; man assimiliert ihr auslautendes **ⲛ**: **ϩⲙ̄ⲡⲣⲁⲛ** »im Namen«, **ϩⲓϫⲙ̄ⲡⲧⲟⲟⲩ** »auf dem Berge«, **ϩⲓⲧⲙ̄ⲡⲉϥϣⲁϫⲉ** »durch sein Wort« und zieht **ⲉ** mit **ⲟⲩ** zusammen: **ⲉⲩⲡⲟⲗⲓⲥ** »zu einer Stadt«. Im Bohairischen dagegen läßt man ihnen noch ein volles *e* und assimiliert ihr **ⲛ** nicht: **ϧⲉⲛ-ⲫⲣⲁⲛ**, **ϩⲓϫⲉⲛ-ⲡⲓⲧⲱⲟⲩ**, **ϩⲓⲧⲉⲛ-ⲡⲉϥⲥⲁϫⲓ**. Und ebenso unterbleibt die Zusammenziehung von **ⲉ** und **ⲟⲩ** noch oft: **ⲉ-ⲟⲩⲃⲁⲕⲓ** »zu einer Stadt« (Luk. 1, 26)[2].

Nur das dativische **ⲛ̄** und das ihr gleichlautende Genitivwörtchen, die ja die häufigsten dieser Präfixe sind, sind auch im Bohairischen bis auf die Stufe des Sahidischen reduziert und werden ebenso eng wie dort verbunden: boh. **ⲙ̄ⲫⲣⲁⲛ** »dem Namen, des Namens«, wie sah. **ⲙ̄ⲡⲣⲁⲛ**. Es ist klar, daß hier im Bohairischen verschiedene Entwicklungsstufen nebeneinander vorliegen: boh. *ẖen-phran* ist ursprüng-

[1] Ich habe selbst vor 31 Jahren diesen Irrtum aufgebracht, weil ich eben einseitig das Sahidische benutzte; wie alle Irrtümer hat auch dieser ein zähes Leben, und selbst die fleißige Arbeit von Hans Abel »Zur Tonverschmelzung im Altägyptischen« (Leipzig 1910) geht noch von ihm aus und setzt Ähnliches für das Altägyptische voraus.

[2] In andern Fällen erfolgt die Zusammenziehung doch, z. B. boh. **ⲉⲩⲙⲉⲧⲙⲉⲑⲣⲉ** (Mark. 6, 11), **ⲉⲩϩⲓⲣⲏⲛⲏ** (Act. 7, 26); ob das einen besonderen Grund hat, muß die Zukunft lehren.

licher als boh. ^{e}*mphran*, während das sah. *h*^{e}*m̥pran* und das sah. ^{e}*mpran* beide schon auf gleicher Stufe stehen.

Übrigens gibt es bei dem Genitivwörtchen eine Ausnahme, bei der auch dieses im Bohairischen nicht immer assimiliert wird, das ist der Ausdruck ⲙⲁ ⲛ̀-, mit dem man Ortsnamen bildet. Wie Stern (Gramm. § 65) bemerkt, findet sich hier ⲙⲁ-ⲛ̀ⲫⲱⲧ, ⲙⲁ-ⲛ̀ⲙⲟϣⲓ, ⲙⲁ-ⲛ̀ⲙⲟⲛⲓ neben den assimilierten Formen ⲙⲁ-ⲙ̄ⲙⲟϣⲓ usw.

C. Wie bei der Präposition ⲉ die Kontraktion mit einem folgenden ⲟⲩ im Bohairischen oft noch unterbleibt, so geschieht dies auch noch bei den verbalen Präfixen ⲉ-, ⲡⲉ-, ⲁ-, wenn sie vor ein anlautendes ⲟⲩ treten.

Man vergleiche:

boh. ⲁⲟⲩⲙⲏϣ ⲑⲱⲟⲩϯ eine Menge versammelte sich (Mark. 2, 2), aber sah. ⲁⲩⲙⲏⲏϣⲉ ⲥⲱⲟⲩϩ;

boh. ⲉ-ⲟⲩⲣⲙ̄ⲣⲁⲩϣ ⲡⲉ »indem er sanftmütig ist« (Matth. 21, 5);

boh. ⲉⲟⲩⲡⲣⲟⲫⲏⲧⲏⲥ ⲟⲩⲛ ⲡⲉ »indem er ein Prophet ist« (Act. 2, 30), sah. ⲉⲩⲡⲣⲟⲫⲏⲧⲏⲥ ϭⲉ ⲡⲉ;

boh. ⲡⲉ-ⲟⲩⲣⲁⲙⲁⲟ ⲅⲁⲣ ⲡⲉ, aber sah. ⲡⲉⲩⲣ̄ⲙ̄ⲙⲁⲟ ⲅⲁⲣ ⲡⲉ »denn er war ein Reicher« (Luk. 18, 23), sah. ⲡⲉⲩⲣ̄ⲙ̄ⲙⲁⲟ ⲅⲁⲣ ⲡⲉ;

boh. ⲡⲉ-ⲟⲩⲟⲛ ϩⲁⲛⲙⲁⲛⲉⲥⲱⲟⲩ, aber sah. ⲡⲉⲩⲛ̄ϩⲉⲛϣⲟⲟⲥ »es waren Hirten« (Luk. 2, 8).

D. Schließt sich ein Relativsatz an ein Demonstrativ, so bleiben beide im Bohairischen gern getrennt[1], während sie im Sahidischen immer zusammengesprochen werden:

boh. ⲫⲏ ⲉⲧⲟⲩⲛⲁⲙⲁⲥϥ = sah. ⲡⲉⲧⲉⲛⲁϫⲡⲟϥ (Luk. 1, 35);
boh. ⲛⲏ ⲉⲧⲑⲉⲃⲓⲏⲟⲩⲧ = sah. ⲡⲉⲧⲑ̄ⲃ̄ⲃⲓⲏⲩ (ebenda 1, 52);
boh. ⲛⲏ ⲉⲑⲛⲉⲙⲁϥ = sah. ⲡⲉⲧⲛ̄ⲙ̄ⲙⲁϥ (Mark. 2,25).

E. Auch das Demonstrativ ist im Bohairischen nicht so eng mit seinem Substantiv verknüpft wie im Sahidischen, denn wenn es auch (wie die fehlende Aspiration zeigt) nicht stark betont ist, so bewahrt es doch seinen vollen Vokal:

boh. ⲡⲁⲓ-ⲣⲱⲙⲓ, aber sah. ⲡⲉⲓⲣⲱⲙⲉ;

Auch bei dem unbestimmten pluralischen Artikel hat das Bohairische noch eine vollere Form bewahrt:

boh. ϩⲁⲛ-ⲣⲱⲙⲓ, aber sah. ϩ ⲛ̄ⲣⲱⲙⲉ[2].

---

[1] Beispiele der Zusammenziehung sind daneben häufig; bemerkenswert Mark. 2, 26, wo eine Handschrift ⲡⲉⲧⲛⲉϣϣⲉ ⲁⲛ gibt, wo die andern das gebräuchlichere ⲛⲏ ⲉⲧ haben.

[2] Man beachte übrigens, daß auch das Sahidische hier die Verkürzung nicht so auf das Äußerste treibt wie bei der Präposition ϩⲛ̄-. Das mag daran liegen, daß die

Eigentümlich ist die Lage bei dem sogenannten Possessivartikel. Auch hier hat das Bohairische scheinbar eine selbständigere Form als das Sahidische, denn sein ⲫⲁ- kennzeichnet sich, nach dem von STEINDORFF gefundenen Gesetze[1], durch seine Aspiration als betont. Und doch ist dabei sein Vokal nicht verschieden von dem des sah. ⲡⲁ-. Ich möchte daher glauben, daß diese Sachlage anders aufzufassen ist und daß vielmehr auch das sah. ⲡⲁ- ebenso betont zu denken ist wie das boh. ⲫⲁ-. Bei beiden Formen wird überhaupt keine stärkere Enttonung vorliegen, und in der Tat ist eine solche ja auch bei der Entstehung und Bedeutung dieses Präfixes nicht recht wahrscheinlich. In ⲡⲁⲡⲛⲟⲩⲧⲉ »der von Gott« bezeichnet das ⲡⲁ- (alt *pꜣ n* »dieser von«) die Person, während das ⲡⲛⲟⲩⲧⲉ nur eine nähere Bestimmung derselben enthält; ⲡⲁ- ist also von ganz anderer Wichtigkeit als ein bloßer Artikel. Es ist daher in der Ordnung, wenn in diesem Falle beide Teile des Wortes betont waren, wenn auch gewiß in verschiedener Stärke, *pápnúte*, so wenig eine solche Gestalt des Wortes auch in unsere jetzige Vorstellung von koptischer Betonung passen will.

F. Auch unter den Präfixen des Verbums zeigt sich an zwei Stellen ein Unterschied, wobei das Bohairische wieder eine etwas vollere Form bewahrt hat als das Sahidische. Es heißt im Präsens II:

boh. ⲁϥⲥⲱⲧⲉⲙ, aber sah. ⲉϥⲥⲱⲧⲙ̅

und dementsprechend auch im Imperfektum:

boh. ⲛⲁϥⲥⲱⲧⲉⲙ, sah. ⲛⲉϥⲥⲱⲧⲙ̅,

im Konjunktiv aber steht neben boh. ⲛ̅ⲧⲉϥⲥⲱⲧⲉⲙ usw. sah. ⲛ̅ϥⲥⲱⲧⲙ̅.

G. Steht das Pronomen absolutum der 1. und 2. Person als Subjekt unmittelbar vor dem nominalen Prädikat, so wird es zwar im Sahidischen meist enttont und verkürzt, nicht aber im Bohairischen:

boh. ⲛ̅ⲑⲟⲕ ⲛⲓⲙ »wer bist du?«, aber sah. ⲛ̅ⲧⲕⲛⲓⲙ (Joh. 1, 19);
boh. ⲁⲛⲟⲕ ⲟⲩⲣⲱⲙⲓ ⲛ̅ⲣⲉϥⲉⲣⲛⲟⲃⲓ »ich bin ein sündiger Mensch«,
aber sah. ⲁⲛⲅⲟⲩⲣⲱⲙⲉ ⲛ̅ⲣⲉϥⲣ̅ⲛⲟⲃⲉ (Luk. 5, 8).

H. Bei den Verbindungen von Substantiv und Adjektiv hat das Bohairische einigemal im Gegensatz zum Sahidischen unverbundene oder doch schwächer verkürzte Formen, während der entgegengesetzte Fall nicht vorkommt[2]:

Urformen der beiden Wörtchen von so verschiedenem Werte waren; die von ϩⲛ̅- enthielt nur einen langen Vokal (ϩⲟⲩⲛ), die von ϩⲁⲛ- und ϩⲉⲛ- noch ein *j* (*nhj n.* »etwas von«, kopt. noch ϩⲟⲉⲓⲛⲉ »einige«).

[1] Gramm.[2] § 24.

[2] Man übersieht das Material bei STERN § 194.

boh. ⲥⲑⲟⲓ ⲛⲟⲩϥⲓ »guter Geruch«, aber sah. ⲥϯⲛⲟⲩϥⲉ;
boh. ⲥⲑⲟⲓ ⲃⲱⲛ »schlechter Geruch«, aber sah. ⲥϯⲃⲱⲱⲛ;
boh. ⲣⲁⲙⲁⲟ »reich«, aber sah. ⲣ̄ⲙ̄ⲙⲁⲟ;
boh. ⲓⲁⲣⲟ »Nil«, aber sah. ⲉⲓⲉⲣⲟ.

I. Ebenso steht es bei der genitivischen Verbindung[1]; auch hier findet sich kaum ein Fall[2], wo das Sahidische einmal eine vollere Form benutzte, während das Bohairische folgende Fälle bietet:

boh. ⲡⲓϣⲟⲣⲡ ⲙ̄ⲙⲓⲥⲓ »der Erstgeborene« (Luk. 2, 7), aber sah. ⲡϣ̄ⲣ̄ⲡ̄ⲙ̄ⲙⲓⲥⲉ;
boh. ⲡⲉϥϣⲫⲏⲣ ⲙ̄ⲃⲱⲕ »sein Mitknecht« (Matth. 18, 29), aber sah. ⲡⲉϥϣ̄ⲃ̄ⲣ̄ϩⲙ̄ϩⲁⲗ;
boh. ϭⲣⲟⲙⲡ-ϣⲁⲗ »Taube« (Luk. 2, 24), aber sah. ϭⲣ̄ⲙⲡϣⲁⲛ;
boh. ⲫⲁϣ-ⲙⲟⲩ »halbtot«, aber ⲡ̄ϣⲙⲟⲩ.

K. Beim Zahlwort, wo sich ja das Bohairische leider fast ganz unseren Blicken entzieht, treffen wir neben dem enttonten boh. ⲙⲉⲧϣⲟⲙⲧ »dreizehn« bei Stern § 278 auch ein boh. ϫⲱⲧ ϥⲧⲱⲟⲩ »vierundzwanzig«, wo ϫⲱⲧ seine volle Form bewahrt.

Und ebenso heißt »zweimal« boh. ⲥⲟⲡ ⲃ̄ gegenüber sah. ⲥⲉⲡ-ⲥⲛⲁⲩ.

L. Die etwas schwächere Verkürzung, die das Verbum vor dem Objekt im Bohairischen zuweilen zeigt (ⲥⲉⲃⲧⲉ- neben sah. ⲥ̄ⲃ̄ⲧⲉ- u. ä.) ist schon oben berührt worden[3]. Dazu kommt ein gut belegter Fall[4], wo das Bohairische auch vor dem Objekt gar keine Verkürzung eintreten läßt:

boh. ⲧⲟⲩⲛⲟⲥ ϩⲁⲛ-ϣⲏⲣⲓ »Kinder erwecken« (Luk. 3, 8; ebenso 1, 69; Act. 7, 37) neben sah. ⲧⲟⲩⲛⲉⲥ-ϩⲉⲛϣⲏⲣⲉ.

M. In den mit altem *m* zusammengesetzten Adverbien bewahrt das Bohairische dieses zuweilen, wo das Sahidische es aufgegeben hat:

---

[1] Die Zusammenstellungen bei Stern § 190—193 geben das Material, das viel Rätselhaftes und Merkwürdiges enthält.

[2] Mir ist nur das boh. ϫⲉⲥ-, sah. ϭⲓⲥ- »Hälfte von« aufgefallen, wobei auch unklar bleibt, wie ϭⲓⲥ- aus der absoluten Form boh. ϫⲟⲥ, sah. ϫⲟⲥ entstehen konnte.

[3] Wenn die Verba, die als zweiten Radikal ein *h* haben, in der tonlosen Form den Vokal im Sahidischen zu ⲉ, im Bohairischen aber zu ⲁ verkürzen:

boh. ⲑⲁϩⲉⲙ-ⲛⲓⲑⲙⲏⲓ »die Gerechten rufen« = sah. ⲧⲉϩⲙ̄-ⲛ̄ⲇⲓⲕⲁⲓⲟⲥ (Mark. 2, 17);
boh. ⲟⲩⲁϩ-ⲥⲁϩⲛⲓ »befehlen = sah. ⲟⲩⲉϩ-ⲥⲁϩⲛⲉ (ebenda 1, 44),

so ist das beidemal die gleiche Stufe der Verkürzung; das ⲁ ist durch das folgende ϩ entstanden. Ebenso steht es bei den Präfix der Ordinalzahlen: boh. ⲙⲁϩ-, sah. ⲙⲉϩ-.

[4] Dies seltsame Verbum — das Kausativ zu *dwn*? — behält das ⲟ auch vor Suffixen bei, z. B. ⲁϥⲧⲟⲩⲛⲟⲥⲥ (Mark. 1, 30).

boh. ⲙ̄ⲙⲁⲩⲁⲧϥ »allein«, sah. ⲙⲁⲩⲁⲁϥ[1];

boh. ⲛ̄ϩⲣⲏⲓ »oben«, sah. ϩⲣⲁⲓ;

boh. ⲛ̄ϧⲣⲏⲓ »unten«, sah. ϩⲣⲁⲓ.

Die gleiche Verstümmelung findet sich übrigens noch in einem andern Fall: boh. ⲙ̄ⲙⲟⲛ »es ist nicht«, aber sah. ⲙ̅ⲛ̅ neben einem selteneren ⲙ̅ⲙ̅ⲛ̅.

N. Und endlich noch ein Fall, der sich in keine der vorigen Rubriken einordnet:

boh. ⲁϥⲟϩⲓ ⲉⲣⲁⲧϥ »er steht«, aber sah. ⲉϥⲁϩⲉⲣⲁⲧϥ (Luk. 4, 39 u. o.), wo nur das Sahidische das »er steht« mit dem »auf den Füßen« zusammenzieht.

Man sieht, wir haben durchweg das gleiche Verhältnis zwischen beiden Dialekten, die vollere, selbständigere Form gehört regelmäßig dem Bohairischen, die kürzere, enger verbundene dem Sahidischen an; kommen beide zugleich in einem Dialekte vor (B. C. D.), so überwiegt wieder die vollere im Bohairischen, die kürzere im Sahidischen. Das Sahidische treibt die Verkürzung bis zu ' statt zu ĕ (A. B. L.) oder bis ĕ statt ă (E. F.) oder bis zu ⲛ̄ϥ statt zu ⲛ̄ⲧⲉϥ (F.), und es zieht die unbetonten Präfixe auch enger an das Wort heran (B. C.). In anderen Fällen zieht das Sahidische Worte zusammen, die das Bohairische ungetrennt läßt (A. D. G. H. I. K. L. N.).

Das Resultat von dem allen läßt sich also nur so formulieren, wie ich es schon oben getan habe: man hat im Bohairischen gemessener gesprochen als im Sahidischen, und so hat sich die Sprache dort etwas besser erhalten als hier. Das Bohairische hat zwar auch den Weg der Enttonung und Verkürzung betreten, aber es ist auf dieser schiefen Ebene noch nicht ganz so weit geglitten wie das Sahidische.

[1] Dieser Ausdruck für »allein« wird aus *m *mwꜥtf* »in seiner Einzelheit« bestehen, wobei **mwꜥt* eine Substantivbildung mit *m*- zu *wꜥj* sein wird.

Ausgegeben am 25. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1915.
XI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Erdmann las: Kritik der Problemlage in Kants transzendentaler Deduktion der Kategorien.

Eine kurze Analyse des Quellenbestandes, des Problems, der Lösung und der Voraussetzungen für Problem und Lösung der transzendentalen Deduktion bot die Grundlage für eine kritische Erörterung, welche zu zeigen sucht, nicht was uns Kant sein kann oder nicht sein soll, sondern was Kant war und was wir sind.

2. Hr. F.W. K. Müller legte eine Arbeit des Hrn. Prof. Dr. W. Bang, z. Z. in Frankfurt a. M., vor, betitelt: Zur Geschichte der Gutturale im Osttürkischen. (Ersch. später.)

In dieser Arbeit wird der Nachweis versucht, daß in den heutigen osttürkischen Volksdialekten die Gutturale q und γ in der Nähe palataler Vokale zu k und g verschoben werden können, daß dadurch die strenge Einteilung in gutturale und palatale Suffixreihen usw. durchbrochen werden mußte, und schließlich wahrscheinlich gemacht, daß ähnliche Lautgesetze schon das Komanische (um 1300) beherrschten.

Kritik der Problemlage in Kants transzendentaler Deduktion der Kategorien.

Von Benno Erdmann.

Die Aufgaben und Methoden historischer Untersuchung der Gedankenentwicklung sind auf allen Wissensgebieten andere als die Probleme und Lösungswege der systematischen Forschung.

Dennoch liegt es im Wesen der philosophischen Entwicklung, daß immer aufs neue Antriebe wirksam werden, sachliche Probleme im Anschluß an historische Untersuchungen weiterzuführen. Die Überlieferung hat in der Philosophie stärkeren Einfluß auf die systematischen Fragestellungen als in den Einzelwissenschaften. Denn die Sprache der Tatsachen bleibt für die letzten Probleme unseres Erkennens viel undeutlicher als für irgendeine spezielle Fragestellung.

Niemals ist dieses Bedürfnis nach historisierender Systematik so stark gewesen, wie bei uns im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts, d. i. in der ersten Zeit der Erneuerung der Philosophie nach dem Zusammenbruch der großen spekulativen Systeme, die uns den als Ehrentitel gemeinten Namen des Volkes der Dichter und Denker eintrugen. Es war die Aufgabe der Jahrzehnte von etwa 1840 bis 1860 in Deutschland, die Kräfte der Philosophie zur Erneuerung der sachlichen Arbeit durch historische Besinnung zu sammeln und zu sichten, um daraufhin den Ansprüchen entgegenzutreten, mit denen die Naturwissenschaft fast allerorten meinte, die Aufgaben der Philosophie von sich aus übernehmen zu dürfen. Das Resultat jener Besinnung und dieser Abwehr war die Fülle historisch-systematischer Forschungen, deren gemeinsames Ziel, insbesondere seit dem Anfang der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts, das »Zurück zu Kant« war. Nur eine Folge dieser Arbeitsstimmung war das »Zurück zu Thomas«, das jenem Feldruf bald entgegengehalten wurde; eine weitere Folge ist auch das »Zurück zu Hegel«, »Zurück zu Fichte« und »Zurück zu Fries«, die neuerdings ertönen.

Die historisierenden systematischen Untersuchungen haben ihr gutes Recht. Aber sie lassen anders gerichteten, deren Aufgabe sicher nicht minder bedeutsam ist, freien Raum. Unverkennbar birgt die

historisierende Systematik Gefahren in sich. Sie verleitet leicht dazu, einerseits in Lehrmeinungen der Vergangenheit Gedanken der Gegenwart hineinzulesen, andrerseits in das Wissen der Gegenwart Annahmen hineinzutragen, die unzulänglich gewordenen Problemlagen entstammen. Vor solchen Gefahren schützen zu einem Teile die Untersuchungen, die lediglich den geschichtlichen Tatbestand und Entwicklungszusammenhang philosophischer Lehren feststellen wollen, zum anderen solche, welche, unbekümmert um das Gewesene, die philosophischen Aufgaben der Problemlage der Zeit entnehmen. Was der rein historischen Forschung an systematischem Gehalt fehlt, kommt der Treue ihrer geschichtlichen Auffassung zugute; was die rein sachlich orientierte Arbeit gewinnen läßt, kann den Mangel an historischer Besinnung erträglich machen.

Meine Untersuchungen über den Bestand und die Entwicklung des KANTischen Kritizismus sind von Anfang an dem Bestreben entsprungen, gegenüber der modernisierenden philosophischen Geschichtsforschung KANT zurückzugeben, was ihm gebührt, um den modernen Problemen das Recht ihrer Eigenart zu sichern.

In diesem Sinne möchte ich auch die nachstehenden historischen und kritischen Ausführungen verstanden wissen. Sie wollen nicht die Fragen beantworten, was uns KANT sein kann, oder was er uns nicht sein soll, sondern verdeutlichen helfen, was KANT war und was wir sind. Sie gelten dem Grundproblem der Kritik der reinen Vernunft, der von KANT sogenannten transzendentalen Deduktion der Kategorien.

Leicht hat es KANT seinen Lesern nicht gemacht, den Gedankengang dieser seiner grundlegenden Erörterungen für die Kritik der spekulativen Vernunft zu erfassen.

Fürs erste liegt uns die transzendentale Deduktion der Kategorien in verschiedenen Redaktionen vor.

Die erste dieser Redaktionen, zu der REICKE ergänzende Nachlaßnotizen, wohl aus der Zeit bald nach dem 20. Januar 1780, veröffentlicht hat, bietet die ursprüngliche Auflage des kritischen Hauptwerks. Sie zeigt durch ihre wiederholten Hinweise auf die Neuheit des Problems und die Schwierigkeit seiner Lösung sowie durch die mehrfachen, ineinandergeschachtelten Lösungsversuche, wie schwer KANT damals noch mit der Gestaltung dieser Gedanken rang. Dementsprechend bezeugt die Vorrede des Werks, daß er sich schon unmittelbar vor Abschluß des Drucks[1] von seiner Darstellung nicht befriedigt fühlte.

[1] R. REICKE, Lose Blätter aus KANTS Nachlaß, Königsberg 1889, Heft I S. 113 f. — W. IV 587 (W. = Akademische Ausgabe der Werke KANTS).

Aus eben diesem Grunde unterscheidet sich offenbar die zweite Redaktion, in den 1783 erschienenen Prolegomenen, von der ersten nicht unwesentlich: nicht nur durch die aus der spezialisierten Fragestellung abfließende, dem ursprünglichen, synthetischen Gedankengang entgegengesetzte Methode, sondern insbesondere auch durch ihren Ausgangspunkt, die Trennung von Wahrnehmungs- und Erfahrungsurteilen, die freilich gleichfalls in mehrfacher Hinsicht dunkel bleibt.

Polemisch verschoben ist der Gedankengang in der dritten, kürzeren Ausführung, die sich in einer Anmerkung zur Vorrede der metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft vom Jahre 1786 findet[1].

Die endgültige, vierte Formulierung liefert die Neubearbeitung der beiden letzten Abschnitte der ursprünglichen Darstellung in der zweiten Auflage der Kritik der reinen Vernunft vom Jahre 1787.

Auf die Verschiedenheiten dieser Darstellungen gehe ich nicht genauer ein (vgl. S. 196); gar nicht auf die Deutungen, die ihnen zuteil geworden sind. Ich möchte nur die für alle diese Gedankengänge entscheidenden Momente herausheben.

Vorher ist es jedoch notwendig, noch eines zweiten erschwerenden Umstandes zu gedenken. Er beeinträchtigt die Einsicht in die Stellung, die der transzendentalen Deduktion der Kategorien im Zusammenhang der Idee des Kritizismus zukommt.

Kant betont allerdings in allen vier Bearbeitungen wie die Neuheit des grundlegenden Problems und die Schwierigkeit seiner Lösung, so auch, und zwar mit besonderem Nachdruck, die Bedeutung, die dieser Lösung für den Zusammenhang seiner Gedanken zukommt[2].

Die Architektonik des kritischen Hauptwerks ist jedoch nicht ohne weiteres durchsichtig. Es ist nach zwei verschiedenen Grundrissen erbaut, die mannigfach, insbesondere in der zweiten Gestaltung, also der letzten Redaktion, ineinander verschoben sind.

Der erste Grundriß ist nach Kants wiederholter Erklärung in den Prolegomenen synthetisch konstruiert. Er stellt eine Kritik der reinen Vernunft als eines Vermögens dar, welches die Prinzipien aller Erkenntnis a priori an die Hand gibt[3]. Das Fundament dieses Gebäudes

---

[1] Vgl. auch W. VIII 184.

[2] A¹ XVI; Pr. 11 f.; — W. IV 474 Anm., A² 148. A¹ bedeutet hier und im folgenden die erste, A² die zweite Auflage der Kr. d. r. V., A die beiden Bearbeitungen gemeinsamen Ausführungen. Die Seitenangaben des Hauptwerks und der Prolegomenen (Pr.) geben die Originalpaginierungen, auch für A der zweiten Auflage. Der von den Originalen abweichende Sperrdruck mancher Zitate soll lediglich der Erläuterung dienen.

[3] Nach Kants Sprachgebrauch bedeutet Verstand im weiteren Sinne das Vermögen der Spontaneität überhaupt, im engeren das Vermögen der Begriffe oder

bildet der Nachweis der transzendentalen Ästhetik, daß Raum und Zeit als Formen der Sinnlichkeit solche Prinzipien a priori sind. Über diesem Fundament erhebt sich das Lehrgebäude der transzendentalen Logik als ein kritisches Gegenstück zu der überlieferten dogmatischen Metaphysik. Die transzendentale Analytik bietet als Grundstock das kritische Widerspiel zur dogmatischen Ontologie[1]. In den Ausführungen der transzendentalen Dialektik über die Scheinbeweise der rationalen Psychologie, Kosmologie und Theologie dogmatischen Gepräges ist diesem Grundstock das eigentliche Gebäude in reichster Architektonik aufgesetzt.

In diesem Bauplan ist der logische Ort der transzendentalen Deduktion klar. Sie bildet den Mittelpunkt der transzendentalen Analytik, und damit der transzendentalen Logik überhaupt. Von ihr aus ist alles übrige angeordnet, soweit der synthetische Aufbau durchgeführt ist.

Der zweite Grundriß ist behufs Lösung des Problems entworfen, wie synthetische Urteile a priori möglich seien. Er ist, wiederum nach KANTS ausdrücklichen Erklärungen, analytisch orientiert. Der Unterfrage, wie reine Mathematik möglich sei, entspricht die transzendentale Ästhetik; der transzendentalen Analytik liegt die zweite Unterfrage zugrunde, wie reine Naturwissenschaft, der transzendentalen Dialektik die dritte, wie Metaphysik als Naturanlage möglich sei. Das Ganze des Werks soll als Antwort auf die vierte Frage genommen werden, wie Metaphysik als Wissenschaft möglich werden könne.

Hier bleibt die zentrale Bedeutung der transzendentalen Deduktion insofern versteckt, als das Problem der transzendentalen Analytik, und in ihr das der transzendentalen Deduktion, der ersten und dritten Frage koordiniert ist. Freilich bleibt die Einwirkung dieses Bauplans auf die erste Gestaltung der Kritik im ganzen gering; auch in der zweiten bestimmt er augenfällig nur die veränderte Architektonik der Einleitung und der transzendentalen Ästhetik.

Die Unklarheit, die durch diese Doppelanlage geschaffen ist, bleibe im nachstehenden gleichfalls unberücksichtigt.

Das Problem der transzendentalen Deduktion überhaupt formuliert KANT in der Frage, wie sich Begriffe a priori auf Gegenstände beziehen können, die sie doch aus keiner Erfahrung hernehmen. Gemeint

Urteile, zum Unterschiede von der Urteilskraft und der Vernunft im engsten Sinne. Die Vernunft ist im engsten Sinne, verschieden von Verstand und Urteilskraft, das Vermögen der Ideen; in weiterer Bedeutung ist sie, ebenso wie der Verstand, das Vermögen der Spontaneität überhaupt; im weitesten Sinne endlich umfaßt sie das Vermögen der Spontaneität und der Rezeptivität, sofern beide Prinzipien a priori auf Grund dieser angeborenen Bedingungen enthalten (vgl. A 24).

[1] A 303.

ist mit dieser Formulierung nicht die Frage nach den Gelegenheitsursachen für den Ursprung dieser Begriffe aus Anlaß der Erfahrung, sondern das Problem, das der Rechtsgrund ihres Gebrauchs abgibt. Der Begriff der Deduktion ist dabei so weit genommen, daß alle Begriffe a priori eine solche Deduktion erfordern, nicht nur die eigentlichen Verstandesbegriffe oder Kategorien (und die ihnen entsprechenden Grundsätze), sondern auch die hier, wie sonst von KANT vielfach als Begriffe gefaßten Formen der Sinnlichkeit, sowie im Prinzip auch die Begriffe der Vernunft im engsten Sinne, d. i. die Ideen. Die transzendentale Deduktion dieser drei Begriffsgruppen hat jedoch für KANT verschiedenen Sinn und sehr verschiedene Bedeutung. Wie Raum und Zeit sich a priori auf Gegenstände beziehen — KANT bezeichnet die Erörterungen der transzendentalen Ästhetik erst in der Analytik, wo er das Problem der Deduktion aufrollt, als transzendentale Deduktion — läßt sich »mit leichter Mühe begreiflich machen«, da nur vermittels ihrer uns ein Gegenstand erscheinen, d. h. in der Sinnlichkeit gegeben werden kann, er also sonst nicht Gegenstand für uns sein würde. Auch die kritische Erörterung der Dialektik, in die sich der Gebrauch der spekulativen Ideen natürlicherweise verstrickt, ist nicht von vornherein als eine transzendentale Deduktion angelegt. Die Ideen bleiben in der grundlegenden Formulierung des Deduktionsproblems überhaupt unberücksichtigt. Von ihnen, so heißt es später, ist »eigentlich keine objektive Deduktion möglich, so wie wir sie von den Kategorien liefern konnten«. Erst in dem Schlußabschnitt der transzendentalen Dialektik wird die Gesamtheit der vorhergehenden Erörterungen über die Ideen eine transzendentale Deduktion genannt, aber zugleich hinzugefügt, daß diese Deduktion von derjenigen der Kategorien »weit abweiche«. In der Tat ist diese Abweichung gemäß der Funktion der Ideen so groß, daß ihre transzendentale Deduktion »dem kritischen Geschäft« der Analytik nicht, wie die der Kategorien, als Fundament, sondern lediglich »zur Vollendung« dient[1].

Noch aus anderen Gründen hängt das Problem der transzendentalen Deduktion offenbar ausschließlich an den Kategorien. Auf ihre Deduktion allein sind alle Äußerungen KANTS über die Neuheit, Schwierigkeit und prinzipielle Bedeutung des Problems, wie oben schon erwähnt wurde, ausdrücklich bezogen. Jene Neuheit und Schwierigkeit entspringt ebenso wie diese Bedeutung der Eigenart der Kategorien sowohl gegenüber den Formen der Sinnlichkeit, als gegenüber den Formen der Vernunft. Die Kategorien stellen, wie ausgeführt wird, gar nicht die Bedingungen dar, unter denen uns Gegenstände in der Anschauung gegeben werden; sie reden auch nicht, wie Raum und Zeit, von Gegenständen der Anschauung durch

[1] A 121 f. — 118 — 393 — 697 f.

Prädikate der Sinnlichkeit, sondern des reinen Denkens, beziehen sich also auf Gegenstände ohne alle Bedingungen der Sinnlichkeit allgemein. Sie unterscheiden sich ferner von den Ideen dadurch, daß sie direkt auf »Gegenstände schlechthin« bezogen sind, um diese Gegenstände zu bestimmen, während die Ideen »direkt auf keinen ihnen korrespondierenden Gegenstand und dessen Bestimmung bezogen werden,« nur regulative Prinzipien der systematischen Einheit des Mannigfaltigen der Erfahrung überhaupt, nicht wie die Kategorien konstitutive Prinzipien für Gegenstände sind, die durch die Sinnlichkeit gegeben werden können[1].

Es ist ein glücklicher Zufall, daß wir das Problem der transzendentalen Deduktion der Kategorien *in statu nascendi*, aus derjenigen Fragestellung kennen, in der KANT sich desselben zuerst und zugleich in seiner ganzen Schwere bewußt wird.

Noch in der Dissertation von 1770 hatte KANT mit der gesamten rationalistischen Metaphysik vor ihm angenommen, daß wir im »realen Gebrauch der Begriffe, die durch die Natur des Intellekts gegeben sind« (»*dantur per naturam ipsam intellectus*«), uns »die Dinge vorstellen, wie sie sind«. Von dieser Voraussetzung aus kam er, wie der vielerörterte Brief an MARCUS HERZ vom Februar 1772 dokumentiert, zu der Problemstellung der später von ihm sogenannten transzendentalen Deduktion der Verstandesbegriffe, indem er »sich selbst« fragte: Wodurch werden uns denn jene Dinge gegeben, wenn sie es nicht durch die Art werden, womit sie uns affizieren; und wenn unsere intellektualen Vorstellungen auf unserer inneren Tätigkeit beruhen: woher kommt die Übereinstimmung, die sie mit Gegenständen haben sollen, die doch dadurch nicht etwa (wie im *intellectus archetypus* Gottes) hervorgebracht werden? Hier wird ohne weiteres deutlich, wie das Problem ausschließlich die reinen Verstandesbegriffe trifft. Und es kommt hinzu, daß mannigfache Versuche zur Lösung eben dieses Problems die Vollendung der Arbeit bis zum Ende des Jahres 1780 aufhielten.

Die Lösung des so auf die Kategorien eingeschränkten Problems ist in allen Bearbeitungen der transzendentalen Deduktion im Grunde dieselbe. Folgendermaßen können wir die Idee dieser Lösung kurz bestimmen. Die Dinge an sich werden durch die Kategorien, die Formen der synthetischen Funktion unserer Spontaneität, zwar als Gegenstände überhaupt, als transzendentale Objekte oder Noumena im negativen Sinne gedacht, weil das reine Denken, die Spontaneität für sich ge-

[1] A 122 — 697 f.

nommen, von jeder Einschränkung durch die Sinnlichkeit frei ist, also ein unbegrenztes Feld hat. Aber jene Dinge sind durch diese Verstandesfunktionen allein nicht erkennbar, weil unser Denken im Erkenntnisgebrauch auf das gegebene Mannigfaltige der Sinnlichkeit angewiesen ist, das Denken eines Gegenstandes überhaupt im Erkennen also lediglich auf die Erscheinungen der Dinge geht. Die Kategorien sind demnach als formale Grundbegriffe, Objekte überhaupt zu dem sinnlich gegebenen Mannigfaltigen zu denken, dessen Elemente sie verknüpfen, im Erkennen durch diese Bedingungen der Sinnlichkeit auf einen empirischen Gebrauch eingeschränkt. Wir können somit in diesem ihrem Erkenntnisgebrauch die Grenzen möglicher Erfahrung niemals überschreiten.

Die Verschiedenheiten in den vier Redaktionen der transzendentalen Deduktion sind der Geschlossenheit dieses Grundgedankens gegenüber von geringem Belang. In der ersten Bearbeitung wird der Erkenntnisgebrauch der Kategorien aus den Funktionen der transzendentalen Synthesis der Einbildungskraft in ihrer Beziehung zur synthetischen Einheit der Apperzeption abgeleitet. In den späteren wird dieser Gebrauch mit zunehmender Klarheit auf die logische Funktion des Urteils bezogen: in der zweiten auf die verschiedenen Funktionen der Wahrnehmungs- und Erfahrungsurteile; in der letzten gemäß einer Vordeutung der dritten auf das Wesen des Urteils selbst. Auch darin liegt keine prinzipielle Differenz, daß in der ursprünglichen Bearbeitung die notwendige Beziehung des gegebenen Mannigfaltigen auf das stehende und bleibende Ich der reinen Apperzeption dazu führt, diese ursprüngliche Einheit zum Korrelat aller unserer Vorstellungen zu stempeln, sofern die Einheit der Synthesis alle Objekte der Erkenntnis und alle Gesetzmäßigkeit ihres Zusammenhangs erst möglich macht. Auch in der letzten Redaktion ist der Verstand wie der Urheber aller Gesetzmäßigkeit, so aller Möglichkeit von Objekten der Erkenntnis. Es läßt sich nur vielleicht behaupten, daß die Erörterung in der ersten Auflage des kritischen Hauptwerks über die transzendentale Affinität des Mannigfaltigen, d. i. über dessen durchgängige Verknüpfung nach notwendigen Gesetzen als Grund der Möglichkeit der Assoziation, die letzten Gedanken Kants deutlicher zum Ausdruck bringt, als irgendeine der späteren Formulierungen.

Das tiefere historische Verständnis des Gedankenzusammenhangs der transzendentalen Deduktion hängt an der Einsicht in die Voraussetzungen, die ihm zugrunde liegen. Diese gilt es deshalb festzustellen.

Auf eine erste solche Voraussetzung hat Kant in allen Fassungen der Deduktion wiederholt hingewiesen. Sie besteht in der Annahme,

daß das Mannigfaltige der Sinnlichkeit vor der Synthesis des Verstandes und unabhängig von ihr, also noch ohne Verstandesfunktionen, gegeben sein müsse. Dieses Vorweg-Gegebensein bedeutet trotz der Schwierigkeit, die aus den Erörterungen über den inneren Sinn in der letzten Redaktion zu diesem Punkt hin abfließen, nicht ein zeitliches, sondern ein sachliches *Prius:* die Synthesis setzt das gegebene Mannigfaltige der Sinnlichkeit für ihre Erkenntnisfunktion voraus, und zwar als unverbundenes Mannigfaltige[1]. Denn die Verbindung oder Synthesis eines Mannigfaltigen überhaupt kann niemals durch Sinne in uns kommen. Sie ist ein Akt der Spontaneität der Vorstellungskraft, eine Verstandeshandlung, die nur vom Subjekt selbst kraft seiner Selbsttätigkeit verrichtet werden kann. Besonders deutlich tritt für denjenigen, der Kant zu interpretieren gelernt hat, dieser Gedanke in den mißverständlichen Wendungen zutage, durch welche der Philosoph in den Vorbemerkungen zur transzendentalen Deduktion überhaupt die Notwendigkeit einer solchen Erörterung speziell für die Kategorien klarzulegen sucht. In der Tat stellen uns die Kategorien des Verstandes gar nicht die Bedingungen vor, unter denen Gegenstände in der Anschauung gegeben werden. Die Anschauung bedarf demnach in dem, was durch sie gegeben wird, der Funktionen des Denkens in keiner Weise. Es können uns mithin Gegenstände erscheinen, d. i. nach dem empirischen Mannigfaltigen, das sie enthalten, gegeben werden, ohne daß sie sich notwendig auf Funktionen des Verstandes beziehen, diese also die Bedingungen ihres Gegebenseins a priori enthielten[2]. So wird auch der Kantische Sinn des unverbundenen Gegebenseins deutlich. Das Gegebene der Sinnlichkeit enthält sowohl als empirisches, in den Empfindungen, wie als apriorisches in Raum und Zeit, bloß Mannigfaltiges, noch keine Verbindung des Mannigfaltigen nach diesen Formen Gegebenen zu einer anschaulichen Vorstellung. Kant hat darüber in der letzten Bearbeitung seiner Deduktion keinen Zweifel gelassen. Er erklärt dort, daß Raum und Zeit als Formen der Anschauung bloß Mannigfaltiges, Raum und Zeit aber, als Gegenstände vorgestellt, mehr als bloße Formen der Anschauung, nämlich Zusammenfassung des Mannigfaltigen, nach den Formen der Sinnlichkeit Gegebenen enthalten.

---

[1] A^2 145, A 122 — A^2 153 f., 67 f.

[2] A^2 97, A^2 129 f. — A 122 f. — A^2 161. — Ausdrücklich sei bemerkt, daß die Begriffe des Gegenstandes sowie der Anschauung und der Erscheinung von Kant häufig so gefaßt werden, daß sie nur auf das unverbundene Mannigfaltige der Sinnlichkeit gehen. Der viel berufene Satz z. B., daß Gedanken ohne Inhalt leer, Anschauungen ohne Begriffe blind sind, fordert solche Deutung für »Inhalt« und »Anschauung«; er verlangt diese Deutung auch für seine Begründung, daß uns ohne Sinnlichkeit kein Gegenstand gegeben und ohne Verstand keiner gedacht würde (A 75).

In ihrer Erkenntnisbedeutung sind freilich diese beiden Arten des gegebenen Mannigfaltigen, des empirischen und apriorischen, einander nicht koordiniert. Das Mannigfaltige der Form der Anschauung ist die Bedingung dafür, daß das Mannigfaltige der Erscheinung [durch den Verstand] in gewissen Verhältnissen geordnet werden kann. Die transzendentale Deduktion aller Begriffe a priori hat demnach als Prinzip, worauf die ganze Nachforschung gerichtet werden muß, dies, daß sie als Bedingungen der Möglichkeit der Erfahrung, und damit der Gegenstände als Erscheinungen erkannt werden müssen. Dinge im Raum und in der Zeit werden aber nur gegeben, sofern sie Wahrnehmungen, d. h. hier mit Empfindung begleitete Vorstellungen sind. Nur also, wenn wir es überall lediglich mit Erscheinungen zu tun haben, mit Gegenständen, die auch nach ihrem empirischen Gehalt als bloße Modifikationen der Sinnlichkeit ausschließlich in uns sind, ist es möglich und notwendig, daß Verstandesbegriffe a priori als intellektuelle Formen der Gegenstände, sofern jene Gegenstände also gedacht werden, der empirischen Erkenntnis der Gegenstände zugrunde liegen[1].

Gemeint ist demnach mit der Voraussetzung, daß das Mannigfaltige der Sache nach vor der Synthesis und unabhängig von ihr gegeben sein müsse, das Resultat der transzendentalen Ästhetik, »daß alle unsere Anschauung nichts als die Vorstellung von Erscheinung sei, daß die Dinge, die wir anschauen, nicht das an sich selbst sind, wofür wir sie anschauen«, daß dementsprechend »die Objekte in Raum und Zeit als Erscheinungen nicht an sich selbst, sondern nur in uns existieren können«. Gemeint also ist der Lehrbegriff des transzendentalen, kritischen oder formalen Idealismus, den Kant wiederholt als eben dieses Resultat der transzendentalen Ästhetik bezeichnet hat: »Wir haben in der transzendentalen Ästhetik hinreichend bewiesen, daß alles, was im Raum oder in der Zeit angeschaut wird, mithin alle Gegenstände einer uns möglichen Erfahrung, nichts als Erscheinungen, d. i. bloße Vorstellungen sind, die so, wie sie vorgestellt werden . . . , außer unseren Gedanken, keine an sich gegründete Existenz haben. Diesen Lehrbegriff nenne ich den transzendentalen Idealismus[2].«

Damit ist nicht nur das Verhältnis der transzendentalen Ästhetik zur Deduktion der Kategorien bestimmt, sondern fällt auch helles Licht auf die Bedeutung dieser Deduktion für den Ideenbestand der Kritik der reinen Vernunft. Die Lehrmeinungen der transzendentalen Ästhetik, also des transzendentalen Idealismus, gehören schon dem Stand-

[1] A 34 — A 126 — A[2] 147 — A[1] 129.
[2] A 59, 519, A[1] 251, 368 f.

punkt der Dissertation von 1770 an und sind der Hauptsache nach unverändert in dem Hauptwerk erhalten geblieben[1]. Die Annahme der Erkennbarkeit der Dinge an sich dagegen, die im *usus realis* der Dissertation festgehalten war, ist in ihr kontradiktorisches Gegenteil verkehrt. Durch dieses Ergebnis wird die transzendentale Deduktion der Kategorien, die es begründet, zur Grundlage für die Umbildung der Ontologie in die Analytik und weiterhin für den Nachweis, daß die rationale Psychologie, Kosmologie und Theologie der dogmatischen Metaphysik Scheinwissenschaften sind. Die transzendentale Deduktion der Kategorien ist also in der Tat die Seele der KANTischen Erkenntniskritik.

Mit dieser ersten, wie wir sagen wollen, phänomenologischen Voraussetzung ist unmittelbar eine zweite gegeben. Sie mag als realistische bezeichnet werden. Es folgt für KANT »natürlicherweise aus dem Begriff einer Erscheinung überhaupt, daß ihr etwas entsprechen müsse, was an sich nicht Erscheinung ist, d. i., daß das Wort Erscheinung schon eine Beziehung auf etwas anzeigt, dessen unmittelbare Vorstellung zwar sinnlich ist, was aber an sich selbst, auch ohne diese Beschaffenheit unserer Sinnlichkeit, etwas, nämlich ein von der Sinnlichkeit unabhängiger Gegenstand sein muß«. Diese Unabhängigkeit darf nur nicht dahin mißverstanden werden, daß sie der Unabhängigkeit des Gegebenseins von den Funktionen der Synthesis, und damit auch dieser Funktionen von jenem Gegebensein gleichgesetzt würde. Denn »der transzendentale Begriff der Erscheinungen im Raume ist eine kritische Erinnerung, daß überhaupt nichts, was im Raume angeschaut wird, eine Sache an sich ..., sondern daß uns die Gegenstände an sich gar nicht bekannt [erkennbar] sind und, was wir äußere Gegenstände nennen, nichts anderes als bloße Vorstellungen unserer Sinnlichkeit sind ..., deren wahres Korrelatum, d. i. das Ding an sich selbst, dadurch gar nicht erkannt wird, noch erkannt werden kann, nach welchem aber auch in der Erfahrung niemals gefragt wird«. Analoges gilt selbstverständlich auch für die Erscheinungen des inneren Sinns. Deshalb darf KANT immer aufs neue den Doppelsinn der Worte ‚Gegenstand' und ‚Objekt' betonen, d. h. die durch die Kritik »notwendig gemachte Unterscheidung der Dinge als Gegenstände der Erfahrung von eben denselben als Dingen an sich selbst[2]«.

Der Sinn dieses Realismus wird dadurch noch genauer bestimmbar, daß die Beziehung der Erscheinungen zu den Dingen an sich,

[1] Vgl. Pr. 119 f.; Reflexionen KANTS zur kritischen Philosophie, hrsg. von B. ERDMANN, 1884, II Nr. 3, 4, 6 und S. L f.

[2] A¹ 252 — A 45 — A² XVII, XXV f.

durch die sie den Dingen »entsprechen«, als eine kausale gedacht werden soll. Denn die Gegenstände der empirischen Anschauung — das mag vorerst zur Begründung genügen — werden uns als Erscheinungen dadurch gegeben, daß sie als Dinge an sich das Gemüt auf gewisse Weise affizieren, also eine Handlung auf das passive Subjekt ausüben und damit eine Wirkung auf die Vorstellungsfähigkeit erzeugen, die Empfindung ist[1].

Eben die Annahme wirkender Dinge an sich war, wie der oben zitierte Brief an Herz zeigt, die Voraussetzung für den Ursprung des Problems der Deduktion. Diese realistische Voraussetzung bleibt dem Vorstehenden zufolge auch für die kritische Lösung des Problems bestehen. Es versteht sich deshalb ohne weiteres, wie Kant in den Prolegomenen gegen die Zumutung eines empirischen oder eines mystischen und schwärmerischen Idealismus protestieren konnte, indem er erklärte, daß sein transzendentaler Idealismus nicht die Existenz der Sachen betreffe — »denn die zu bezweifeln ist mir niemals in den Sinn gekommen« —, sondern bloß die sinnliche Vorstellung der Sachen. Er sage, es seien uns Dinge an sich als außer uns befindliche Gegenstände unserer Sinne im Raume gegeben, allein von dem, was sie an sich selbst sein mögen, wissen wir nichts, sondern kennen nur ihre Erscheinungen, d. i. die Vorstellungen, die sie — die Dinge an sich — in uns wirken, indem sie unsere Sinne affizieren. Die Existenz eines Dinges, was erscheint, werde demnach nicht, wie beim wirklichen Idealismus aufgehoben, sondern nur gezeigt, daß wir es, wie es an sich selbst sei, durch Sinne gar nicht erkennen können[2].

Eine dritte Voraussetzung, die gleichfalls in alle Ausführungen der transzendentalen Deduktion eingeht, und demgemäß auch mit den beiden eben besprochenen auf das engste verknüpft ist, wurzelt in Kants Denken ähnlich so fest wie die eben erörterte realistische. Sie liegt in der Art, wie Kant die Funktionen der Spontaneität bestimmt und von den Affektionen der Sinnlichkeit scheidet[3]. Sie darf als rationalistisch-metaphysische bezeichnet werden. Denn wir können sagen, daß den metaphysischen Rationalismus als Rationalismus die Annahme kennzeichnet, dem oberen Erkenntnisvermögen, der *ratio*, seien Erkenntnisbedingungen a priori eigen, und daß er als metaphysischer durch die scheinbar selbstverständliche Voraussetzung charakterisiert ist, eben diese Erkenntnisbedingungen, gleichviel ob

---

[1] A² 1, A 33 f., A² 155 f.

[2] Pr. 63 f.

[3] A 93.

sie als angeborene Ideen oder ursprünglich erworbene Begriffe gefaßt werden, vermöchten das Seiende in sich abzubilden.

In logischer Wendung war dieser Gedanke Kant durch Wolff und Leibniz überkommen. Schon in der Dissertation vom Jahre 1770 wird er indessen nach dem späteren Sprachgebrauch des Philosophen transzendental gewendet, indem behauptet wird, daß der *usus realis* der reinen Verstandesbegriffe von ihrem logischen Gebrauche spezifisch verschieden sei und eben damit die Dinge an sich »gebe«. An dieser Voraussetzung der Kantischen Metaphysik von 1770, daß der *mundus intelligibilis* durch den realen Verstandesgebrauch gegeben werde, entzündet sich das kritische Problem, wie wir es 1771 zuerst gefaßt fanden (vgl. S. 195). In der kritischen Lösung dieses Problems zeigt sie sich soweit erhalten, wie der isolierte Verstandesgebrauch reicht.

Die Begründung dieser Behauptung ergibt sich aus Kants Unterscheidung des Denkens vom Erkennen, die in der letzten Fassung der transzendentalen Deduktion nur stärker betont, nicht etwa erst nachträglich ausgesprochen ist. Das reine Denken als solches, die bloße Funktion der Spontaneität, ist von der Sinnlichkeit ebenso unabhängig, wie diese in dem, was sie gibt, von den Funktionen der Synthesis. An diese Unabhängigkeit wird dadurch nicht gerührt, daß das Denken in seinem Erkenntnisgebrauch das Mannigfaltige der Sinnlichkeit durch seine Kategorien bestimmt; demgemäß auch nicht dadurch, daß das Denken als reines Denken von den Schranken frei bleibt, denen es in seiner Erkenntnisfunktion unterliegt. Kant kann deshalb in häufigen Wendungen hervorheben, daß die Kategorien im Denken durch die Bedingungen unserer sinnlichen Anschauung nicht eingeschränkt sind, sondern ein unbegrenztes Feld haben und nur das Erkennen dessen, was wir uns denken, das Bestimmen des Objekts, der Anschauung bedürfe[1]. Wenn wir demnach auch von keinem Gegenstande als Ding an sich selbst, sondern nur, sofern es — das Ding an sich selbst — Objekt der sinnlichen Anschauung oder Erscheinung ist, Erkenntnis haben können, so wird »gleichwohl, welches wohl gemerkt werden muß, doch dabei immer vorbehalten, daß wir eben dieselben Gegenstände auch als Dinge an sich selbst, wenngleich nicht erkennen, doch wenigstens müssen denken können. Denn sonst würde, wie Kant auch in diesem Zusammenhang weiter ausführt, der ungereimte Satz daraus folgen, »daß Erscheinung ohne etwas wäre, was da erscheint«[2], eben jene Wendung also, die wir schon als Ausdruck der realistischen Voraussetzung in Rechnung zu stellen hatten.

---

[1] Z. B. A[2] 166, 146.

[2] A[2] XXV f.

So werden die Kategorien Begriffe von Gegenständen überhaupt, durch welche die Dinge an sich als Noumena gedacht werden. Die spekulative Vernunft vermag diese Noumena freilich nur negativ zu bestimmen. Sie sind für diese nur die nicht widersprechenden Begriffe von Dingen, die gar nicht als Gegenstände der Sinne, sondern als Dinge an sich selbst lediglich durch einen reinen Verstand gedacht werden, deren reale Möglichkeit, welche mögliche Wahrnehmung oder reale Verknüpfung innerhalb der Grenzen der Erfahrung fordert, wir freilich auf diesem Wege nicht einsehen, sondern nur durch Daten der praktischen Vernunft sichern können (S. 210). Deshalb ist die Lehre von der Sinnlichkeit, also der transzendentale Idealismus, zugleich die Lehre von Dingen, die der Verstand sich ohne Beziehung auf unsere Anschauungsart, mithin nicht bloß als Erscheinungen, sondern als Dinge an sich selbst denken muß, wennschon er in dieser Absonderung zugleich begreift, daß er von seinen Kategorien in dieser Art sie zu erwägen keinen Erkenntnisgebrauch machen könne, daß der Erkenntnisgebrauch der Kategorien also lediglich ein empirischer sein dürfe[1].

Es ist hier kein Anlaß, Kants oft behandelte Lehre von den Noumena im negativen Verstande oder den transzendentalen Objekten aufs neue spezieller auszuführen. Es bliebe zudem hoffnungslos, sie durch solche Ausführungen von all' den Schwierigkeiten befreien zu wollen, deren erste Aufhebungsversuche durch Reinhold, Schulze, Maimon und Beck zugleich mit der ersten Ausbreitung der Kantischen Schule die metaphysische Reaktion gegen Kant einleiteten. Es war nur zu betonen, daß Kant in der Tat so wenig wie an der Existenz einer intelligibelen Welt von Substanzen, als deren Glieder uns die intelligibele Kausalität der praktischen Vernunft dokumentiert, so wenig auch daran gezweifelt hat, daß diese intelligibele Welt, eben als intelligibele, durch die reinen Kategorien und deren Folgebestimmungen in den Ideen der spekulativen und praktischen Vernunft abgebildet wird. Es ist ein Dogmatismus des reinen Denkens, der Kants Kritizismus des Erkennens zugrunde liegt.

Eine vierte sachliche Voraussetzung, die ebenfalls alle bisher besprochenen durchsetzt, hat für die kritische Lösung der transzendentalen Deduktion größere Bedeutung, als aus den beiden Redaktionen der Deduktion in dem Hauptwerk unmittelbar ersichtlich wird. Deutlicher ergibt sie sich aus anderen Ausführungen: aus dem bereits angezogenen Brief an Herz; aus Bemerkungen der Prolegomenen[2]; aus den Hinweisen in der Vorrede zu den metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissen-

[1] A[2] 307 f., A 310, A 45, 51 f., 55.
[2] Pr. 13 f., 119 f.

schaft über die Annahmen, die den Beweisgrund der Deduktion bündig machen; aus dem seltsamen Zwischenspiel des § 12 der endgültigen Redaktion der Kritik der reinen Vernunft; endlich aus einer ganzen Reihe der »Reflexionen zur kritischen Philosophie«. Sie zeigen in ihrer Gesamtheit, daß auch hier der sachlich nächstliegende Gedanke zuletzt gefunden wurde. Ihre ausgereifte, erst nach überraschenden Fehlgriffen erreichte Form bietet die von KANT sogenannte metaphysische Deduktion der Kategorien, d. i. die Herleitung dieser Stammbegriffe des Verstandes aus den Urteilsfunktionen, deren überlieferte logische Gruppierung von KANT, wie die allgemeine Logik überhaupt, im wesentlichen als vollendet angesehen wurde. Der Grundgedanke dieser metaphysischen Deduktion, die wir als die logische Voraussetzung der transzendentalen bezeichnen wollen, liegt darin, daß der Verstand durch eben die Handlung, durch die er verschiedenen Vorstellungen in einem Urteile Einheit gibt, auch die allen Urteilen vorausgehende einheitliche Synthesis unserer Vorstellungen zu Gegenständen überhaupt möglich macht. Die heuristische Energie dieses Gedankens für die transzendentale Deduktion besteht nach KANT darin, daß nur durch ihn möglich wurde, die wahre Bedeutung der reinen Verstandesbegriffe und die Bedingung ihres Erkenntnisgebrauchs zu bestimmen. Dem Glauben an diese gestaltende Kraft entspringen alle die zerstreuten Bemerkungen, denen zufolge die Kategorien für sich genommen nur Funktionen des Verstandes zu Begriffen sind, die bloß logische oder, was hier dasselbe ist, nur transzendentale Bedeutung haben[1].

Diese logische Voraussetzung ist zugleich ein Symptom der Methode, welche den eigentlichen Bestand der Kritik der reinen Vernunft, die Kritik der überlieferten metaphysischen Disziplinen, zu einer transzendentalen Logik gestaltet.

Damit kommen wir zu der für unseren Zweck letzten, zur methodologischen Voraussetzung der transzendentalen Deduktion. Sie zeigt, ähnlich wie die Theorie der Abstraktion, die Lehre vom Gebrauch der Kategorien, auf moralischem Gebiete die Analyse der Achtung als eines durch unsere Spontaneität bewirkten Gefühls, sowie auf ästhetischem die Zergliederung des Gefühls vom Erhabenen, zwei Seiten. Indem wir die Methode seiner Untersuchung mit KANT als transzendentale bezeichnen, nehmen wir von den schillernden Bedeutungen dieses Wortes nur diejenige, die ihn sagen läßt, daß die Untersuchung der apriorischen Bedingungen der Möglichkeit der Erkenntnis transzendental sei, weil die Erkenntnis, daß und wie jene Bedingungen

[1] Z. B. A 187, 305 f., A[2] 305, A 309.

a priori möglich seien, eine besondere, sorgsam zu beachtende Art der Erkenntnis a priori bilde[1].

Ein negatives Moment der transzendentalen Methode liegt in ihrem Gegensatz gegen die psychologische Ausbildung der Erkenntnistheorie, welche der englische Empirismus eingeleitet und durchgeführt hatte. Ihr positiver Charakter hat zwei Wurzeln. Die eine hat ihren Nährboden in der logischen Instrumentation, die dem kritischen Denken Kants durchweg eigen war und durch den Logismus der Wolffischen Philosophie überreiche Nahrung erhalten hatte; die Grundlage der anderen zeigt sich in der Eigenart der Fragestellung für die transzendentale Logik. Denn diese Logik ist von der allgemeinen oder formalen dadurch geschieden, daß sie den transzendentalen Inhalt der intellektuellen Bedingungen der Möglichkeit jeder Erfahrung zu bestimmen und in ihren Erkenntnisfunktionen zu prüfen hat, also nicht von aller Beziehung der Erkenntnis auf das Objekt abstrahieren darf[2].

Wer diese Voraussetzungen der transzendentalen Deduktion mit ihrer Fragestellung und ihrem Resultat vergleicht, kann nicht zweifelhaft bleiben, daß vorerst der theoretische Kritizismus Kants das Produkt einer originalen Synthese des uralten philosophischen Gegensatzes zwischen Rationalismus und Empirismus ist. Wie weiterhin deutlich werden wird, gilt dies für die Idee seines Kritizismus überhaupt, speziell für die Ethik und die Teleologie nicht weniger als für die Kritik der spekulativen Vernunft. Natürlich liegt dieser Synthese der alte Gegensatz in der Wendung zugrunde, die der Problemlage der nächstvorhergehenden Zeit entsprach, d. i. in der Form der Leibniz-Wolffischen Lehre und der Philosophie Humes. Was Kants Tat von der eklektischen Aggregation beider Denkrichtungen in der deutschen Aufklärung, also der Zeit nach 1740, auch von den Leistungen eines Lambert und Tetens unterscheidet, ist eben die Originalität dieser Synthese, die Verbindung beider Gedankenreihen, in der die philosophischen Probleme Glied für Glied in ihren Tiefen aufgewühlt und zu einem einheitlichen Ganzen von weitgreifendster historischer Bedeutung verarbeitet sind. Eine antirationale Grenzbestimmung unseres Erkennens, deren Grundgedanken Kant anscheinend bei Hume gefunden hat, als er die Lösung des Problems von 1772 suchte, ist gewonnen auf der Basis eines erweiterten Rationalismus, der die Apriorität unserer formalen Erkenntnisbedingungen über die Grenzen der ratio hinaus bis in das Gebiet der Sinnlichkeit hinunter verbürgte. Durch diese Syn-

---

[1] A 225, A 80, 401, Pr. 71. Man vergleiche auch die nicht eben durchsichtigen Bemerkungen in Hartensteins Ausgabe der Werke Kants, 1867, IV, 499 f.

[2] A 79 f.; vgl. W. IV 390.

these wuchs KANT über die Aufklärung, in die er hineingestellt war, hinaus, war er berufen, sie philosophisch zu überwinden.

In den angeführten Voraussetzungen der transzendentalen Deduktion spiegeln sich demnach die rationalistischen Gedanken, die KANT vorgefunden und durch die Lehre von der Apriorität des Raums und der Zeit erweitert oder, wenn man so will, aufgehoben hatte. In ihnen ist auch der Weg vorgezeichnet, auf dem er die kritische Lösung des Grundproblems der transzendentalen Logik gewonnen hat.

Die psychologischen Voraussetzungen von KANTS erweitertem Rationalismus liegen in dem Gegensatz, den der Philosoph zwischen den beiden Stämmen der Rezeptivität und Spontaneität annimmt. Dieser Gegensatz ist eingebettet in die Vermögenspsychologie der Zeit: die beiden kontrastierenden Glieder sind angeborene subjektive Vermögen oder Fähigkeiten, welche die ursprüngliche Erwerbung der apriorischen Bedingungen unseres Erkennens, und damit weiterhin den Ursprung der empirischen Objekte unserer Erfahrung möglich machen. Auch die formell negative Formulierung des transzendentalen Apriori in dem kritischen Hauptwerk, wonach solche Erkenntnisse schlechterdings von aller Erfahrung unabhängig stattfinden, setzt beide Stämme in einer Art *unio realis* als tatsächliche Vermögen des Gemüts voraus. Soll nach KANTS Erklärung das »Gemüt« selbst als ein Vermögen gedacht werden, so ist damit doch nur gemeint, daß von der seelischen Substanz, dem Ich an sich, abstrahiert werden soll. Dieses Ich also bleibt selbstverständlich vorausgesezt[1].

Es bedarf nicht der Ausführung, daß der Gegensatz jener beiden Erkenntnisvermögen fast so alt ist wie die abendländische Philosophie, älter also als diejenige Wendung des Gedankens, die als Scheidung einer leidenden und tätigen Vernunft bei Aristoteles im Verein mit den metaphysischen Gegensätzen von Stoff und Form, Dynamis und Energeia, die historische Grundlage der Vermögenspsychologie abgegeben hat.

KANTS transzendentale Wendung der alten metaphysisch-psychologischen Annahme enthält jedoch eine Umbildung beider Glieder. Die Sinnlichkeit bietet, wie wir gesehen haben, nur Mannigfaltiges, nicht nur in den Empfindungen, sondern ebenso in den Formen der Anschauung. Alle Verknüpfung und Zusammenfassung dieses Mannigfaltigen zu Gegenständen ist eine Funktion der als Synthesis gefaßten Spontaneität. Daß KANT unbedenklich ist, sowohl die Anschauungen überhaupt, als auch insbesondere die Erscheinungen lediglich nach dem gegebenen Mannigfaltigen, das sie enthalten, schon als Gegenstände

[1] W. VIII 221 f., XII 32.

zu bezeichnen (S. 197, Anm.), die Erscheinungen im Zusammenhang der transzendentalen Ästhetik geradezu als noch unbestimmte Gegenstände der empirischen Anschauung zu definieren, ändert daran nichts. Die Synthesis des Verstandes ist die Einheit der Handlung, welche alle Verbindung des Mannigfaltigen zu bestimmten Anschauungen allererst möglich macht[1]. Der Verstand übt diese einheitliche Handlung, deren er sich auch ohne Sinnlichkeit bewußt ist, auf das passive Subjekt, dessen Vermögen er ist, aus, indem er den inneren Sinn gemäß der Form der inneren Anschauung affiziert. Ein jeder Akt der Aufmerksamkeit ist nach KANT ein Beleg dieser Selbstaffektion. Durch die so als Selbstaffektionen charakterisierten Handlungen der Verknüpfung, deren wir uns nicht notwendig bewußt werden, wird der Verstand zum Urheber der Natur als des Inbegriffs gesetzmäßig verbundener Erscheinungen. Auf Grund dieser Annahmen konnte KANT mit Recht urteilen, wohl noch kein Psychologe habe daran gedacht, daß die auf die Einheit der Apperzeption bezogene Synthesis der Einbildungskraft, d. i. der Verstand, ein notwendiges Ingrediens der Wahrnehmung selbst sei[2]. In der Tat geht KANT mit der Umbildung der Spontaneität zur synthetischen Funktion für die Anschauung über die überlieferte Lehre von den Funktionen der angeborenen Ideen erfolgreich hinaus; nicht weniger auch über die Assoziationstheorie HUMES, durch welche, in KANTS Sprache zu reden, die Verstandeshandlungen für das Gebiet der Tatsachen zu Assoziationen degradiert sind. Von KANT, kann man sagen, ist umgekehrt die Einbildungskraft zum Verstande erhoben.

Dennoch erfordert es für den psychologisch Orientierten keine eingehende Darlegung, weshalb diese Annahmen KANTS sowohl in dem Moment der Spontaneität, das sie der Überlieferung entlehnen, wie in dem Moment der Synthesis und ihrer Einwirkung auf den inneren Sinn, durch die jene Überlieferung fortgebildet ist, unzulässig geworden sind. Ihre vermögenstheoretische Grundlage ist trotz dem Versuche von LOTZE, diesen Rest der Lehre von den *qualitates occultae* lebendig zu erhalten, schon durch HERBART beseitigt. Wir wissen seitdem, daß wir die logisch notwendige Scheidung von Arten seelischer Funktionen nicht als Ausdruck einer realen Verschiedenheit ursprünglicher Vermögen auffassen dürfen. Die Psychologie kennt auch keine Sinnlichkeit mehr, die lediglich unverbundenes Mannigfaltige böte. Sie weiß ebenso wenig von einer synthetischen Selbsttätigkeit, die jenes Mannigfaltige dadurch zu Gegenständen gestaltet,

[1] Das Bestimmen schillert bei KANT in noch mehr Bedeutungen als die Termini »Verstand«, »Vernunft«, »Gegenstand«, »a priori«, »transzendental«, »Natur«, »Wahrnehmung«, »Erfahrung« usw.

[2] A² 153 — A² 156 — A 88, 130 — A¹ 121.

daß sie in notwendig sukzessiven, weil den inneren Sinn affizierenden Handlungen ihre Funktionen ausübt. Für sich genommen unverbundene Empfindungen und gar ein für sich genommen unverbundenes Mannigfaltige von Raum und Zeit, wie es auch SCHOPENHAUER vorschwebte, sind für die sinnespsychologische Analyse Widersprüche in sich selbst geworden. KANTS Lehre macht Kunstprodukte einer niemals reinlich gelingenden Abstraktion zu einem ursprünglich Gegebenen, ein ὕστερον πρὸς ἡμᾶς zu einem πρότερον τῇ φύσει. Nicht minder unzulänglich wird damit der Gedanke einer spontanen Synthesis. Wir dürfen dem Tiefsinn des Versuchs, die Assoziabilität der Wahrnehmungsvorstellungen und damit ihre Reproduzibilität aus einer transzendentalen Affinität herzuleiten, unsere Anerkennung nicht versagen. Aber dieser Versuch ist doch, selbst wenn wir ihn vor der Hand als gelungen voraussetzen (S. 215 f.), nur die Konsequenz der irrtümlichen Annahme, daß eine autonome synthetische Tätigkeit den zureichenden Grund für die Assoziation abgeben könne. Sobald wir uns, wie die Psychologie nicht umhin kann zu tun, das Recht nehmen, eine regelmäßige Aufeinanderfolge und ein regelmäßiges Zugleichsein von Wirkungen einer von uns unabhängigen Realität anzuerkennen und damit die Spontaneität zur Reaktivität umzubilden, finden wir in den auf die Konstanz reagierenden Gedächtnisbedingungen die zureichenden Ursachen für die Erklärung sowohl der assoziativen Zusammenhänge unserer Bewußtseinsinhalte als auch der ihnen entspringenden Reproduktionen. Der Grund der Assoziabilität liegt also nicht in subjektiv transzendentalen, sondern in empirisch objektiven Bedingungen des Gedächtnisses. Richtig bleibt nur der Grundgedanke für den Fortschritt KANTS über die ihm vorliegende Überlieferung hinaus. Freilich auch dieser nur dann, wenn er aus dem Transzendentalen in das Psychologische übersetzt wird: Der Wahrnehmungsbestand des entwickelten Bewußtseins zeigt Gedächtniswirkungen nicht nur in den verwickelten apperzeptiven Ergänzungen, die seine Residualkomponente auslöst, sondern schon in der Notwendigkeit, eine solche Residualkomponente anzunehmen, den so bedingten Bewußtseinsbestand der Wahrnehmung also als ein Verschmelzungsprodukt einer gegenwärtigen Reiz- mit einer Residualkomponente aus früheren Wahrnehmungen anzusehen[1]. Indessen sind solche Annahmen nicht Umbildungen der KANTischen Problemstellung, sondern Fortbildungen der Assoziations- zu einer Reproduktionspsychologie auf Grund der Ergebnisse, die vor allem durch HELMHOLTZ' Analyse der Sinneswahrnehmung gezeitigt worden sind[1].

[1] Genaueres in den Abhandlungen über »Erkennen und Verstehen«, Berlin 1912, »Psychologie des Eigensprechens«, Berlin 1914 und über »Die psychologischen Grund-

Eine weitere unzulänglich gewordene Folge des Kantischen Gegensatzes zwischen Rezeptivität und Spontaneität, die logisch gewendete Annahme, daß er ein Mittelglied für die Unterordnung der Sinnlichkeit unter die Kategorien, d. i. transzendentale Schemata, notwendig mache, dürfen wir hier übergehen; ebenso die seltsame Aggregation, die dieser transzendentale Schematismus mit der Lehre von der Abstraktion bei Kant eingeht[1].

Um so mehr dürfen wir diese Kunstprodukte eines selbstgeschaffenen Gegensatzes, sowie die unlösbaren Schwierigkeiten in der Annahme einer Selbstaffektion des inneren Sinnes durch die Synthesis beiseite lassen, als der Gegensatz, dem dies alles entspringt, noch in anderer, tiefer greifender Hinsicht von den Voraussetzungen abweicht, die für die Gegenwart maßgebend geworden sind.

Vorweg sei hervorgehoben, daß Kants Ausschluß der Psychologie von der erkenntniskritischen Untersuchung nicht der Stimmung entspricht, die dem Rationalismus unserer Tage gegenüber den Ansprüchen der psychologischen Forschung auf die Fundierung der Erkenntnistheorie eigen ist. Kants Ablehnung hat jedoch schwerer wiegende Gründe, als der gegenwärtige Rationalismus meist anerkennen will. Wir finden sie in allen den Bedingungen der Kantischen Problemlage, die dem Gedanken eines Entwicklungszusammenhanges der seelischen Vorgänge in der Reihe der Organismen den Raum versperren.

Der Bewußtseinsbestand des entwickelten Menschen, zuletzt des entwickelten Individuums, ist die unaufhebbare Beobachtungsgrundlage auch für die experimentelle psychologische Forschung. Alle Versuche, sie durch eine soziale oder objektive oder entwicklungsgeschichtliche Fundamentierung zu ersetzen, sind hoffnungslose Unternehmungen. Aber kein biologisch Orientierter kann sich der prinzipiellen Anerkennung der Hypothese entziehen, daß die uns eigenen geistigen Funktionen sowie die inhaltlichen Inbegriffe, in denen sie sich dokumentieren, Glied für Glied als Entwicklungsprodukte einfacherer seelischer Funktionen und Inbegriffe anzusehen sind. Bis hinauf zum Denken der höchsten Fragen der Menschheit sowie den verwickeltsten Reaktionen des sittlichen Bewußtseins gehört der Mensch, so geistig wie körperlich, als meist differenziertes Glied der Wirbeltierreihe in den genealogischen Zusammenhang der Organismen hinein. Es erwächst damit für die Psychologie nur die Pflicht, die individual-psychologische Analyse dieser verwickeltsten seelischen Funktionen sowie ihrer sozialen Ursachen und Wirkungen auch durch die schwierige Analyse

---

lagen der Beziehungen zwischen Sprechen und Denken« im Archiv f. syst. Philos. Bd. II, III, VII.

[1] A 176, 234.

ihrer einfacheren, nur durch Analogieschlüsse gewinnbaren Formen zu ergänzen. Nur wenn das Ergebnis einer, natürlich nach Möglichkeit experimentell gestützten Selbstbeobachtung der unverrückbare Ausgangspunkt bleibt, winkt, freilich noch in weiter Ferne, die Hoffnung, daß eine nachträgliche Synthese der ansteigenden Verwicklungen aus den einfachsten seelischen Gebilden möglich werden könne, wie sie in allzu kühnen Konstruktionen zuerst HERBERT SPENCER versucht hat.

KANT hat bekanntlich die Idee eines Entwicklungszusammenhangs der Organismen auch in seiner kritischen Periode in Rücksicht gezogen. Freilich bei genauerer Prüfung nicht so, daß er in irgendeinem Sinne als Vorläufer dieser Idee in Anspruch genommen werden dürfte; vielmehr so, daß er sie aus seinem Gedankenzusammenhang prinzipiell ausgeschlossen hat. Die Hypothese einer Entwicklung der Arten innerhalb des Gebiets der Organismen, nach KANTS Sprachgebrauch einer *generatio univoca heteronyma*, ist für ihn allerdings kein ungereimter Gedanke, wie ihm die Behauptung einer *generatio aequivoca* von seinem Standort aus erscheint. Sie bleibt jedoch »ein gewagtes Abenteuer der Vernunft«, da alle Zeugung, die wir kennen, [als geschlechtliche] den Eltern gleichartige Produkte hervorbringt, also »*generatio univoca homonyma*« ist. Und auch dieses Abenteuer könnte nach KANTS deutlicher Erklärung nur bestehen, wer die Annahme festhält, daß die Natur mit einer auf alle organischen Geschöpfe zweckmäßig gestellten Organisation ausgerüstet sei. Denn andernfalls sei die Zweckform der Organismen, d. i. der Naturprodukte, in denen alles Zweck und wechselseitig auch Mittel ist, in denen nichts umsonst, zwecklos oder »einem blinden Naturmechanismus zuzuschreiben ist, ihrer Möglichkeit nach gar nicht zu denken«. Diese Möglichkeit fordert als obersten Grund einen ursprünglichen Verstand als Weltursache. Deshalb ist es nach KANT für Menschen ungereimt, auch nur den Anschlag einer Erklärung der Natur nach bloß mechanischen, d. i. unteleologisch-kausalen Prinzipien zu fassen oder zu hoffen, daß noch etwa dereinst ein NEWTON aufstehen könne, der auch nur die Erzeugung eines Grashalmes nach Naturgesetzen, die keine Absicht geordnet hat, begreiflich machen werde[1].

Auch diese unzweideutige Ablehnung des Gedankens einer mechanisch-kausalen Entwicklung der Organismen hat ihren letzten Grund in dem Gegensatz, den KANT zwischen Rezeptivität und Spontaneität voraussetzt. Die Rezeptivität kann sich nie in Spontaneität umwandeln, und die Spontaneität schließt jede Entwicklung innerhalb ihrer eigenen Grenzen aus, wie für das einzelne Subjekt, so für das Men-

[1] Kritik der Urteilskraft § 80, 66 — § 77 — § 75.

schengeschlecht. Den Leibnizischen Gedanken einer Stufenfolge der Monaden hat Kant für seine intelligibelen Substanzen nicht aufgenommen. »Bei der leblosen oder bloß tierisch belebten Natur finden wir keinen Grund, irgendein Vermögen uns anders als bloß sinnlich bedingt zu denken. Allein der Mensch ... erkennt sich selbst auch durch bloße Apperzeption, und zwar in Handlungen und inneren Bestimmungen, die er gar nicht zum Eindrucke der Sinne zählen kann, und ist sich selbst freilich einesteils Phänomen, anderenteils aber, nämlich in Ansehung gewisser Vermögen, ein bloß intelligibeler Gegenstand, weil die Handlung derselben gar nicht zur Rezeptivität der Sinnlichkeit gezählt werden kann. Wir nennen diese Vermögen Verstand und Vernunft; vornehmlich wird die letztere ganz eigentlich und vorzüglicherweise von allen empirisch bedingten Kräften unterschieden[1].«

Wir stoßen mit dieser Bestimmung der Spontaneität — es versteht sich von selbst, daß mit Verstand und Vernunft die Spontaneität gemeint ist — auf den »Schlußstein« des ganzen Gebäudes der reinen, selbst der spekulativen Vernunft, und damit auf den Gedanken, der das Wesen der Spontaneität im Sinne Kants erst recht erfaßbar macht.

Es bedarf dies einiger Erläuterung aus den ethischen Gedankengängen des Philosophen.

Die Vernunft ist praktisch, sofern sie Kausalität in Ansehung ihrer Objekte hat, d. i. das ihr ausschließlich eigene Vermögen besitzt, nach der Vorstellung der Gesetze oder nach Prinzipien zu wirken. Als praktische Vernunft ist sie Wille. Der Wille ist also eine Art von Kausalität lebender Wesen, sofern sie vernünftig sind. Diese Kausalität ist eine Kausalität durch Freiheit, d. i. das Vermögen, unabhängig von fremden, diese Kausalität bestimmenden Ursachen, also autonom zu wirken. Sie ist somit keine Eigenschaft des Willens nach Naturgesetzen. Denn die Kausalität durch Natur oder die Naturnotwendigkeit ist die Eigenschaft der Kausalität aller vernunftlosen Wesen, durch den Einfluß fremder Ursachen, heteronom demnach, oder reaktiv, wie wir sagen könnten, zur Tätigkeit bestimmt zu werden. Als Kausalität ist sie nicht gesetzlos, sondern an unwandelbare Gesetze gebunden. Aber ihre Gesetze sind besonderer Art. Als Kausalität der Vernunft ist sie unsinnliche, zeitlose Kausalität, ist sie eine Idee, die das Unbedingte enthält, also etwas betrifft, worunter zwar alle Erfahrung gehört, das aber niemals ein Gegenstand der Erfahrung sein kann. Sie ist demnach ihrem Wesen nach transzendent. Als solche Idee der Freiheit findet sie deshalb lediglich

---

[1] A 574.

in dem Verhältnis des Intellektuellen (als Ursache) zur Erscheinung (als Wirkung) statt, d. i. »die Ursache ihrer Kausalität muß als Ding an sich selbst angenommen werden«. Sie ist somit die Kausalität der Dinge an sich, und zwar die Kausalität der Dinge an sich, die in der reinen Kategorie der Kausalität gedacht wird. Sie wird zur Idee, indem sie den Verstandesbegriff der Kausalität von den unvermeidlichen Einschränkungen einer möglichen Erfahrung frei macht, ihn also durch die Forderung der absoluten Totalität über die Grenzen des Empirischen hinaus, aber in Verknüpfung mit ihm zu erweitern sucht. Sie ist demnach im Grunde nichts als die Kategorie der Kausalität selbst, sofern diese ohne Beziehung auf die Bedingungen unserer Erkenntnis als reine Kausalität, also zeitlos, gedacht wird, und eben damit auf die intelligibele Welt bezogen ist. »Ich begreife bald,« so erklärt KANT ausdrücklich, »daß, da ich nichts ohne Kategorie denken kann, diese auch in der Idee der Vernunft von der Freiheit . . . zuerst müsse aufgesucht werden, welche hier die Kategorie der Kausalität ist[1]«.

Geht sie so auf die Welt der Dinge an sich überhaupt, so gilt sie auch für das Ich an sich. Denn das vernünftige Wesen zählt sich als Intelligenz zum *mundus noumenon*, zur Verstandeswelt der Dinge an sich, nicht zur Sinnenwelt, zu deren Objekten und Gesetzen sie den Grund enthält. Wir haben das Recht, diesen zweifachen Standpunkt uns gegenüber einzunehmen. Eben aus der Verschiedenheit unserer Sinnlichkeit und unserer spontan erzeugten Vorstellungen, d. i. »aus dem Unterschied zwischen den Vorstellungen . . ., bei denen wir leidend sind, von denen, die wir lediglich aus uns selbst hervorbringen . . ., folgt von selbst, daß man hinter der subjektiven, variablen Welt der Erscheinungen« eine Welt von Dingen an sich einräumen und annehmen müssen, die »immer dieselbe bleibt«. Durch den inneren Sinn erkennen wir eben nur die Erscheinungen unserer Natur, indem wir unser Ich, sowie es an sich selbst beschaffen sein mag, zugrunde legen müssen. In jener Hinsicht erkennen wir uns also als zur Sinnen-, in dieser denken wir uns als zur intelligibelen Welt gehörig, deren spezifische, unverkennbare Wirklichkeit uns durch das »Faktum der reinen Vernunft«, das Bewußtsein des Sittengesetzes, verbürgt wird, zuletzt also durch die Vernunft selbst als reine Spontaneität, deren Begriff weit über alles, was uns Sinnlichkeit nur liefern kann, hinausgeht[2].

Gilt dies alles für die praktische, so trifft es auch die spekulative Vernunft. Denn am Ende ist es »ein und dieselbe Vernunft, die bloß in der Anwendung« verschieden ist, weil ein und dieselbe reine

[1] W. IV 447 — 411 — 446 — A 367 — 384 — Pr. § 53 — A 435 f. — W. V 65, 103.
[2] W. IV 453 — 450 f. — V 31 u. ö.

Spontaneität. Aber in der Verbindung beider zu einer Erkenntnis hat die praktische Vernunft den Primat, weil sie den ersten Bestimmungsgrund der spekulativen abgibt, d. h. in praktischer Hinsicht beglaubigte Einsichten, welche die spekulative Vernunft für sich nicht imstande ist behauptend festzusetzen, als notwendig sichert (S. 202), und damit den Menschen über die Tiere erhebt[1].

So wird aus dem Gegensatz von Rezeptivität und Spontaneität der Gegensatz zwischen der sinnlichen und intelligibelen Welt, nicht bloß für die praktische, sondern eben damit auch für die spekulative Vernunft. Auch diese ist in allen Formen der Spontaneität nicht zur Sinnen-, sondern zur intelligibelen Welt gehörig. Denn als Arten einer und derselben Vernunft kommt beiden gleicherweise zu, was den Wesen der Vernunft als Spontaneität eigentümlich ist.

Von hier aus erst erklärt sich die Einheit der Gesamtidee des Kritizismus, welche die tiefsinnigen Schlußerörterungen der Kritik der Urteilskraft zum Ausdruck bringen. Mit dem allen aber wird der Gedanke einer Entwicklung der uns eigenen seelischen Funktionen und Inhalte aus weniger differenzierten Funktionen und Inhalten der Tierwelt von den Voraussetzungen Kants aus zu einem völligen Ungedanken. Es hieße ja die Spontaneität aus der Rezeptivität ableiten, der intelligibelen Welt die sinnliche zugrunde legen, statt umgekehrt in jener das Fundament zu dieser suchen.

Noch von anderen Seiten aus läßt sich der fundamentale Unterschied der Problemlage Kants von den entwicklungsgeschichtlichen Voraussetzungen der Philosophie unserer Zeit aufweisen.

Fürs erste bezeichnet Kant in hervorstehendem Zusammenhang seine Lehre von den apriorischen Bedingungen der Erfahrung im Sinne der biologischen Theorie von Caspar Friedrich Wolff als ein System der Epigenesis der reinen Vernunft. Dem Wortlaut nach schränkt er diesen Standpunkt auf die reinen Verstandesbegriffe als selbstgedachte, der Spontaneität entsprungene erste Prinzipien a priori unserer Erkenntnis ein. Der Sache nach sind jedoch Raum und Zeit als Formen der Sinnlichkeit, von denen Kant an diesem Ort, dem Schluß der letzten Bearbeitung der transzendentalen Deduktion, keinen Anlaß hatte zu reden, miteingeschlossen. Er setzt diesem seinem über die Sinnlichkeit ausgedehnten Rationalismus wie den Empirismus, so auch den »Mittelweg einer Art von Präformationssystem« der älteren biologischen Evolutionshypothese entgegen. Der letztere führt nach Kant zwischen den entgegengesetzten Standpunkten des Empirismus und Rationalismus zu der

---

[1] W. IV 391, V 119 f. — 61.

unzulänglichen Annahme, daß die Kategorien weder selbstgedachte erste Prinzipien a priori unserer Erkenntnis, noch aus der Erfahrung geschöpft seien, sondern subjektive, uns mit unserer Existenz zugleich eingepflanzte Anlagen zum Denken, die von unserm Urheber so eingerichtet wurden, daß ihr Gebrauch mit den Gesetzen der Natur genau stimmt. Kant hat bei diesem Mittelweg ohne Zweifel wie den biologischen Evolutionismus, so auch den Standpunkt von Crusius im Auge. Eben ein solcher Mittelweg aber ist es, auf den uns der moderne Entwicklungsgedanke auf Grund der neueren Hypothesen über die Entwicklungsbedingungen hinleitet; freilich nicht zurück zu der nicht mehr diskutablen Weise von Crusius oder des Evolutionismus, dem auch Leibniz nachgegangen war, wohl aber hin auf die Bahnen, die Kant, wie wir sahen, in seiner Kritik der teleologischen Urteilskraft für ungangbar erachtet. Das zeigt sich auch in der Konsequenz, die Kant dem Präformationssystem entgegenhält. Es sei bei ihm kein Ende abzusehen, wie weit man die Voraussetzung vorbestimmter Anlagen zu künftigen Urteilen treiben möchte. Wir müssen vielmehr ihm zufolge die Kategorien und Ideen als selbstgedacht (und ebenso Raum und Zeit als gegeben) hinnehmen. Denn so wenig wir erklären können, wie Freiheit möglich ist, so wenig läßt sich auch von der Eigentümlichkeit unseres Verstandes, nur vermittelst der Kategorien und nur gerade durch diese ihre Zahl und Art, Einheit der Apperzeption zustande zu bringen, ein Grund angeben; so wenig auch davon, daß wir gerade diese und keine andern Funktionen zu urteilen haben; ebensowenig natürlich auch von Art, Zahl und Funktionen der Ideen, die transzendental gedacht auf die Kategorien der Relation, logisch gefaßt durch die von Kant aufgenommenen traditionellen Schlußweisen auf die entsprechenden Urteile zurückführen; genau so wenig möglich endlich dies alles, wie die Beantwortung der Frage, warum Zeit und Raum die einzigen Formen unserer Anschauung sind[1].

Mit alledem stehen wir wiederum vor den Grenzen unserer Erkenntnis. Dementsprechend wird auch in der metaphysischen Deduktion der Kategorien von Kant kein Versuch gemacht, die Urteilsformen, die wir seither gelernt haben als Produkte von Verwicklungen des elementaren Urteils in ansteigender Reihe abzuleiten, in inneren Zusammenhang zu setzen. Die Urteilsformen werden vielmehr aus der im wesentlichen »fertigen« Arbeit der Logiker in überlieferten koordinierten Gruppen zur Ableitung der Modifikationen oder Momente der einen einheitlichen synthetischen Verstandeshandlung, d. i. der Kategorien verwertet[2]. Alle die mit Reinholds Theorie des menschlichen Vorstellungsvermögens (1789) einsetzenden spekulativen Ableitungsversuche der

[1] A² 167 f. — Reflexionen Kants zur kritischen Philosophie II Nr. 224 — A² 146.
[2] A 102 f., Pr. 119.

selbstgedachten Prinzipien unserer Erkenntnis und der gegebenen Formen der Anschauung bedeuten für Kant Grenzüberschreitungen unseres Erkennens. Für alle modernen psychologischen Deduktionen dieser Formen und jener Funktionen bietet das Kantische Denken überhaupt keine Ansatzpunkte.

Auch hierdurch also ist für Kant der Gedanke ausgeschlossen, daß die unserem Geiste eigentümlichen Funktionen aus einfacheren durch allmähliche Differenzierung entwickelt seien. Was von diesem Punkt aus den Abstand zwischen unserer und der Kantischen Problemlage ermessen läßt, ist die Annahme, die alle seine kritischen Erörterungen durchzieht, daß die apriorischen Bedingungen möglicher Erfahrung nicht aus der Erfahrung selbst abzuleiten seien, eben weil sie schlechterdings unabhängig von jeder Erfahrung entspringen und gültig sein sollen.

Ein zweiter hier anzuführender Differenzpunkt liegt in der kritischen Grenzbestimmung bei Kant. Wie wir schon hervorzuheben hatten (S. 202), handelt es sich in ihr lediglich um eine Grenzbestimmung unseres Erkennens, nicht um eine solche des reinen Denkens. Dieses wird vielmehr, ebenso wie die Realität der Dinge an sich, ungeprüft, dogmatisch also im Sinne der Kantischen Bestimmung des Dogmatismus, als grenzenlos vorausgesetzt. Die historischen Bedingungen dieser Voraussetzung, die durch den Standpunkt der Dissertation von 1770 und die Leibnizische Fassung der »*vérités de raison*« hindurch bis auf alte Fundamente der rationalistischen Metaphysik zurückführt, lassen sich leicht erkennen. Nicht weniger deutlich aber ist, daß sie in ihrer dogmatischen Selbstverständlichkeit nicht festgehalten werden darf. Die dogmatische Bildertheorie des Denkens, die Kant nie aufgegeben, ja wohl so wenig wie die Existenz der Dinge an sich jemals in Zweifel gezogen hat, ist eine metaphysische Resterscheinung. In Fichtes Konstruktion der intellektuellen Anschauung, in Schellings und Hegels Deduktionen der absoluten Vernunft hat sie verhängnisvoll fortgewirkt; nicht weniger auch in dem sensualistischen Materialismus Feuerbachs sowie dem dogmatischen Materialismus der Natur- und der Geschichtsauffassung, welche die Reaktion gegen die spekulative deutsche Metaphysik eingeleitet haben.

Es fehlt in der Erneuerung der erkenntnistheoretischen Forschung, die insbesondere mit Helmholtz auf sinnespsychologischer Grundlage, bald darauf auch in rationalistischer Reaktion gegen die empirische Psychologie eingesetzt hat, nicht an Versuchen, die alte, nächstliegende Voraussetzung der Grenzenlosigkeit unseres Denkens kritisch zu begründen. Die drängenden Ansprüche des naturwissenschaftlichen Denkens verlocken im Verein mit dem uralten Realismus der praktischen Weltanschauung auch die ernsthafte erkenntnistheoretische Forschung

zu dem Bemühen, wenigstens unserem Denken nicht ein *nihil ulterius* vorzuschreiben. Dennoch ist nicht abzusehen, wie diese Versuche zu einem Erfolge führen können, wenn wir dem entwicklungsgeschichtlichen Gedanken der Einheit des Weltbildes, freilich nicht im Sinne des unkritischen modernen Monismus, das Recht geben wollen, das ihm gebührt. Denn ein sinnenfreies Denken, das allein die Möglichkeit solcher Annahme verbürgen könnte, bleibt von dieser Voraussetzung aus ein Widerspruch in sich selbst. Aller Anschein eines solchen Denkens wird zudem durch die Theorie unbewußt bleibender Reproduktionen, die durch viele Gründe gefordert wird, unschwer aufgelöst.

Wie stark an diesem Punkte der Gegensatz zwischen unserer und der Problemlage KANTS ist, ergibt sich drittens mit vollster Deutlichkeit aus der Art, wie KANT, darin vorbildlich für die reagierende Spekulation seit FICHTE, die intelligibele Eigenart der Vernunft in seinen ethischen Schriften nicht müde wird einzuschärfen. Das Sittengesetz muß ihm zufolge aus dem ursprünglich allgemeinen Begriff des vernünftigen Wesens überhaupt abgeleitet, darf in keiner Weise auf die Eigenheiten der empirisch gegebenen menschlischen Natur gegründet werden. Es soll kraft seiner intelligibelen Grundlage in der praktischen Vernunft für den Menschen nur deshalb gelten, weil es für jede vernünftige Natur gültig ist, für sich selbst und unabhängig von allen Erscheinungen gebietet, unabhängig von aller Erfahrung, bloß auf reiner Vernunft beruht[1]. Alle Anthropologie, d. i. jede Ableitung aus der tatsächlichen psychologischen Natur des Menschen, die der Erscheinungswelt angehört, ist damit für KANT ausgeschlossen.

So stehen wir vor dem letzten Punkt, den diese kritische Diskussion berühren soll. Die Annahme der Grenzenlosigkeit des reinen Denkens mündet bei KANT schließlich in dem Faktum der reinen Vernunft, das die Realität des *mundus intelligibilis* notwendig verbürgt. Es ist auch hier nicht der Ort, dem tiefgreifenden Einfluß nachzugehen, den die metaphysischen Voraussetzungen dieser intelligibelen Welt für die Grenzbestimmungen des Kritizismus besitzt (S. 202). Ohne solche weiterreichende Diskussion wird deutlich, wie die realistisch-dogmatische Voraussetzung KANTS gerade da versagt, wo wir verlangen müssen, sie zu finden: da, wo sie auf Grund der intelligibelen Kausalität den Ursprung und den speziellen Bestand der Sinnenwelt erklärlich machen soll. Die Durchführung des Entwicklungsgedankens behufs Erklärung der uns eigen gewordenen intellektuellen und emo-

[1] W. V 25 f., 32, IV 410 f. u. o.

tionellen Funktionen und deren Inhalte fordert Milieuwirkungen der gleichviel wie erkenntnistheoretisch zu bestimmenden Außenwelt für die Differenzierung dieser Funktionen, die auch vor dem Denken und Wollen nicht haltmachen. Gewiß vermögen diese Milieuwirkungen seelische Vorgänge nicht zu erzeugen. Das kann nur noch behaupten, wer jede psychologische und erkenntnistheoretische Orientierung verschmäht. Aber jene Wirkungen bestimmen und differenzieren die seelischen Vorgänge von ihren ersten Elementen an, wo immer diese zu suchen sein mögen, bis hin zu den subjektiven Bedingungen, denen die Einheit unseres Selbstbewußtseins entspringt. Selbst wo die Entwicklung scheinbar sprunghaft, d. h. aus Bedingungen einsetzt, die vorerst in den Organismen selbst gesucht werden müssen, bleiben solche Milieuwirkungen zuletzt die Voraussetzung dafür, daß jene inneren Bedingungen möglich werden.

Kant erkennt direkte Milieuwirkungen für die Subjektivität und Variabilität der Sinnesempfindungen an, durch die uns das Mannigfaltige der empirischen Anschauung gegeben wird. Sie sind ferner bei ihm okkasionelle Bedingungen für die Auslösung der Anschauungsformen des Raumes und der Zeit. Sie sind solche Gelegenheitsursachen auch für das Eintreten der Funktionen der Synthesis[1]. Aber wir müssen ihnen, wenn wir die realistischen Voraussetzungen seiner Problemlage genauer in Betracht ziehen, eine viel weitergreifende Wirksamkeit zuschreiben. Kant war in gutem Recht, sich gegen die Deduktionen zu wehren, die schon Beck und Maimon dazu trieben, seine Welt der Dinge an sich als ein bloßes Verstandesprodukt zu deuten, und Fichte bestimmten, den Ursprung der Welt des Nicht-Ich bei einer ins Unendliche gehenden produktiven Einbildungskraft zu suchen. Denn niemals konnte Kant einen Zweifel darüber lassen, daß der Verstand durch seine synthetischen Funktionen lediglich der Urheber der Objekte der Natur und ihrer Gesetzmäßigkeit überhaupt sei, nicht aber der speziellen, konkreten Bestimmtheit dieser Objekte und Gesetze. Weder der Einzelbestand der Empfindungen, der in jedem konkreten empirischen Objekt gegeben ist, noch die konkrete Abgeschlossenheit ihrer speziellen Raum- und Zeitformen, noch endlich die mannigfaltigen besonderen Naturgesetze lassen sich aus den apriorischen Bedingungen unseres Erkennens ableiten. Die Sinnlichkeit gibt nur die Empfindungen überhaupt, nur die allgemeinen Formen des Raumes und der Zeit; und die Kategorien, vornehmlich der Substantialität, Kausalität und Wechselwirkung, enthalten nur die allgemeinen Bedingungen der Gesetzmäßigkeit der Erscheinungen[2].

---

[1] A 118.

[2] A[1] 127 f., A[2] 165, W. IV 470.

Wo wir gemäß den realistischen Voraussetzungen Kants die Ableitungsbedingungen für diesen speziellen Objekt- und Gesetzesbestand zu suchen haben, ist offenbar. Er kann nur in der intelligibelen Kausalität der Dinge an sich gefunden werden, die alle diese Bestimmtheiten erfahrungsgemäß in uns wirkt. Denn die intelligibele Kausalität der Dinge an sich vertritt bei Kant die Milieuursachen, die wir für diese Bestimmtheiten annehmen müssen. Die intelligibele Kausalität scheidet aber, weil unerkennbar, aus der transzendentalen Betrachtung aus. Diese fordert vielmehr, daß alle Bestimmtheit des Mannigfaltigen der Sinnlichkeit aus den Funktionen der Synthesis und ihrer Beziehung zur Einheit der Apperzeption abgeleitet werde. Damit aber treffen wir wiederum die Achillesferse der Kantischen Lehre, die sich als solche erwiesen hat, seitdem Jacobi 1787 erklären durfte, er sei unaufhörlich darüber irre geworden, daß er ohne die Voraussetzung wirkender Dinge an sich in Kants System nicht hineinkommen und mit jener Voraussetzung in ihm nicht bleiben könne[1]. Kant hat auf das Bedenken Jacobis hin niemals eine Auskunft gegeben und die schärfer formulierte Frage Fichtes nach dem Sinn seiner Lehre von den Dingen an sich ebenso wie den Standpunkt Becks lediglich kategorisch von sich abgewiesen[2]. Was er für die Beantwortung dieser Fragen zu bieten hatte, ist, wie schon anzudeuten war (S. 196), niemals deutlicher von ihm dargestellt worden als in der ersten Bearbeitung der transzendentalen Deduktion und dem Abschnitt über die Phänomena und Noumena, deren Ausführungen durch unverändert gebliebene Erörterungen in den Beweisen für das Gesetz der Kausalität, sowie den Abschnitten über die Amphibolie der Reflexionsbegriffe und den transzendentalen Idealismus als Schlüssel zur Auflösung der kosmologischen Dialektik ergänzt werden. Alle diese Erörterungen werden durch den Gedanken geleitet, daß der Begriff eines der Erkenntnis korrespondierenden, mithin davon unterschiedenen Gegenstandes der Vorstellungen Notwendigkeit bei sich führe. Denn die Vorstellungen müssen, indem sie sich auf einen solchen Gegenstand beziehen sollen, in dieser Beziehung notwendigerweise untereinander übereinstimmen. Nun aber sei dieser Gegenstand, weil etwas von allen unseren Vorstellungen Verschiedenes, für uns nichts. Die Einheit, die er notwendig macht, weise vielmehr durch diese ihre Notwendigkeit auf eine transzendentale Bedingung. Diese aber könne zuletzt in nichts anderem gefunden werden als in der transzendentalen Einheit der Apperzeption. Der Begriff jenes Gegenstandes, also eben des Dinges an sich — des wahren Korrelats der Erscheinungen (vgl. S. 199) —

[1] F. H. Jacobis Werke II 304.

[2] W. XII 396 f.

könne demnach nur als Korrelat der Einheit der Apperzeption dienen, vermittels deren der Verstand das gegebene Mannigfaltige der Sinnlichkeit in den Begriff des Gegenstandes vereinige.

So der Kantische Lösungsversuch des Problems. Aber es ist deutlich, daß wir mit dieser Berufung auf die Einheit der Apperzeption ebenso wenig wie mit der durch sie gesetzten Affinität als Bedingung der Möglichkeit der Assoziation über die apriorischen Bedingungen der Synthesis hinauskommen. Die empirischen Bedingungen für den konkreten Bestand der Erscheinungen und ihrer Gesetze, die wir erwarten müssen zu finden, bleiben bei dem allen unerklärt, ja völlig unberührt. Man kann sich darauf berufen, daß Kant entsprechend seiner Grenzbestimmung des Erkennens Anlaß gehabt habe, jedem solchen Erklärungsversuch zu entsagen. Aber eine solche Berufung würde eben zugestehen, daß der Kritizismus Kants gerade an dem Punkte versagt, der eine Erklärung des Empirischen in der Erfahrung möglich machen würde, d. i. bei dem Versuch, die objektiven Bedingungen, welche die allgemeinen subjektiven Bedingtheiten unseres Erkennens zu dem speziellen Bestand der Erfahrung bestimmen, begreiflich zu machen.

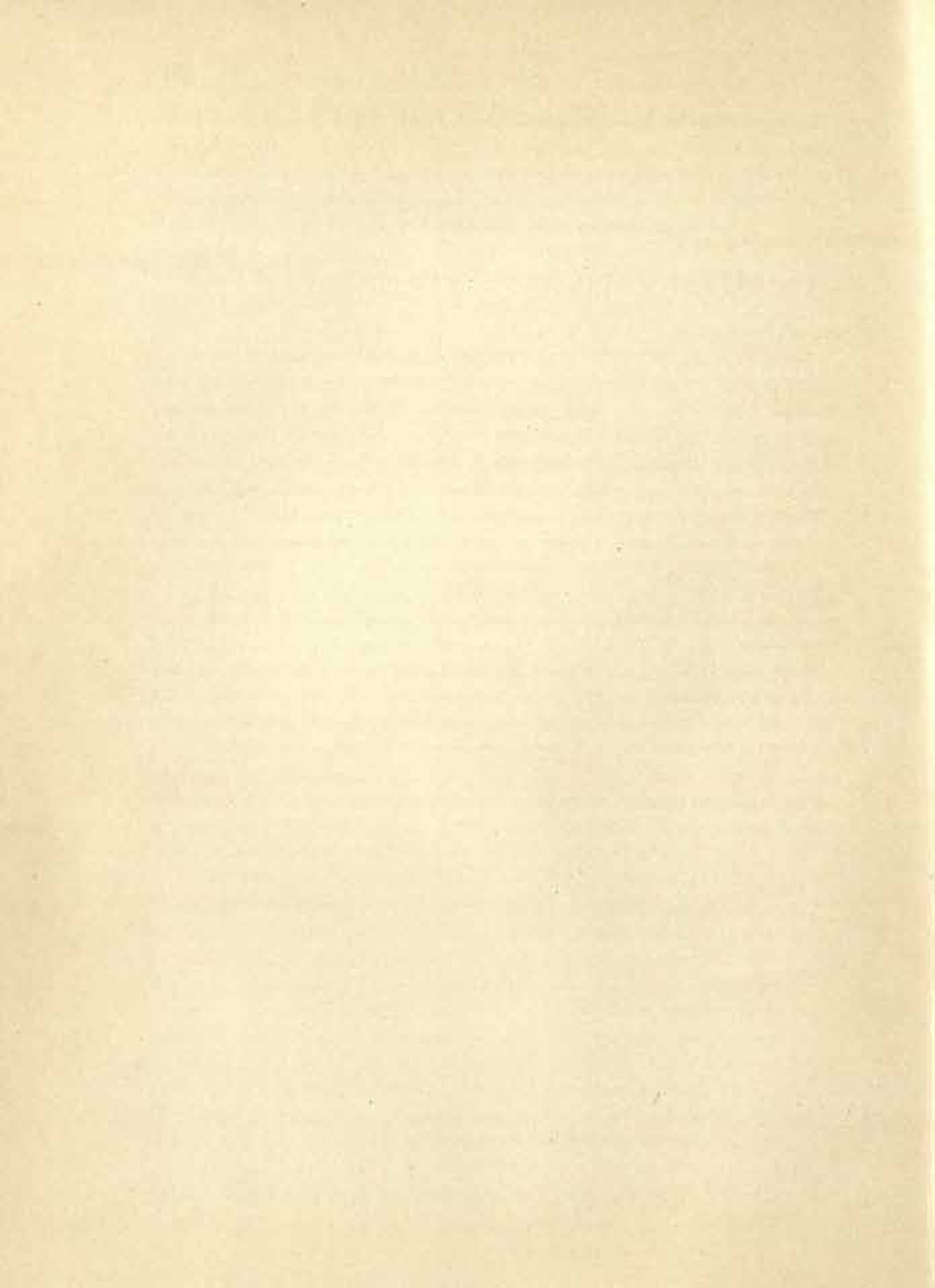
Daß auch die transzendentale Ästhetik versagt, da wo sie eine Grundlage für die Bedingtheiten der speziellen raumzeitlichen Formen und Gesetze der Erscheinungen auf Grund der allgemeinen synthetischen Funktionen liefern müßte, bedarf keiner Ausführung. Sie versagt für diese genau so wie für die Ableitung des konkreten Bestandes des empirischen Mannigfaltigen der Anschauung. Es sei nur noch erwähnt, daß hier von allem abgesehen worden ist, was die psychologische Untersuchung des Ursprungs der abstrakten Einzelvorstellungen des Raumes und der Zeit sowie die mathematische Analyse des Inhalts unserer Raumvorstellung seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts an neuen, Kant völlig fernliegenden Problemlagen für uns gebracht hat.

Mit diesen sachlichen Differenzen sind die methodischen gesetzt. Wenn die subjektiven Bedingungen möglicher Erfahrung nicht von Ewigkeit her feststehen, nicht in diesem Sinne absolute sind, wenn sie sich vielmehr im Verlauf ungezählter Generationen zu der unserem Erkennen eigenen Verwicklung und Weite differenziert haben: so sind sie nicht a priori im Sinne Kants, so können sie auch nicht auf transzendentalem, sondern nur auf empirischem Wege, aus dem tatsächlichen Bestande der Erfahrung abgeleitet werden. Das Denken wie das Erkennen sind Tatsachen der inneren Erfahrung, deren Analyse vorausgehen muß, sollen die subjektiven und objektiven Bedingungen ihrer Möglichkeit gültig ableitbar werden. Jede Erkenntnistheorie, die diesen tatsächlichen Boden verschmäht, sich solcher analysierender Feststellungen überhoben glaubt, führt unausbleiblich zu metaphysischen Spekulationen zurück, die den

Ausgangspunkt der Erkenntnistheorie zuletzt in einem intellektuell erfaßten Absoluten, ihre Methode in einer spekulativen Deduktion suchen. Damit aber würde unvermeidlich werden, daß sich die Erkenntnistheorie wieder einmal in jene metaphysischen Träume der Vernunft verlöre, von denen KANT in dem Träumen eines Geistersehers so vorahnend wie rückschauend ein Bild entworfen hat. Schon sind manche auf dem Abwege zu einer neuen, monistischen Naturphilosophie, die aus dem Zerfall der früheren nichts gelernt, deren unzulängliche Erkenntnisvoraussetzungen vielmehr unbesehen festgehalten hat.

Aber die Wissenschaft hört auf, wo das Prophezeien, das Voraussagen des nicht Voraussagbaren beginnt. Die Zukunft wird für sich selbst sorgen. Nur für das Recht der Gegenwart haben wir die Sorge zu tragen im Vertrauen darauf, daß die richtig bewertete Gegenwart den rechten Boden für die unübersehbare Zukunft bereitet.

Ausgegeben am 4. März.



SITZUNGSBERICHTE 1915.

XII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

25. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. F. E. Schulze besprach die Alveolarbäumchen und die Lücken in den Alveolenscheidewänden der Säugetierlungen. (Ersch. später.)

Es wird nachgewiesen, daß die von Snow Miller in Wisconsin unter der Bezeichnung »Atrium« beschriebenen kugeligen Erweiterungen von Alveolargängen an den Einmündungsstellen der Sacculi alveolares nicht überall vorkommen, also keine typische Bedeutung haben. Die von Miller und anderen Forschern geleugneten Löcher in den Alveolenscheidewänden finden sich bei sehr kleinen Säugetieren meistens in großer Zahl.

2. Hr. Haberlandt legte eine Mitteilung vor: »Über Drüsenhaare an Wurzeln.«

Bisher sind Drüsenhaare an Wurzeln noch nicht beobachtet worden. In der vorliegenden Mitteilung wird nun gezeigt, daß an den Wurzeln der Adventivsprosse in den Blattkerben von *Bryophyllum calicynum* und *crenatum* mehrzellige Drüsenhaare von verschiedener Gestalt entstehen, wenn sich die Wurzeln in relativ trockener Zimmerluft entwickeln. Die theoretische Bedeutung dieser Erscheinung wird kurz besprochen.

Über Drüsenhaare an Wurzeln.

Von G. Haberlandt.

I.

Es hat bisher als ein unterscheidendes Merkmal der Wurzel gegenüber Blatt und Stengel gegolten, daß die echte Wurzel nur eine Art von Haargebilden aufweist, die dem Absorptionsgewebe angehörigen Wurzelhaare, die bekanntlich einzellig sind und bei den Phanerogamen nur Äste der Absorptionszellen darstellen. Andere Haare, insbesondere mehrzellige Drüsenhaare, sind bisher an Wurzeln nicht aufgefunden worden.

Als ich zu Beginn dieses Jahres die 2—8 mm langen Würzelchen untersuchte, die beim Austreiben der Adventivknospen in den Blattkerben eines Laubblattes von *Bryophyllum calycinum* hervorgebrochen waren, das eine Zeitlang im Laboratorium in einem Wasserglase gestanden hatte, da fand ich zu meiner Überraschung, daß fast alle Wurzeln mehr oder minder reichlich mit mehrzelligen Drüsenhaaren versehen waren. Wurzelhaare traten an diesen in relativ trockener Laboratoriumsluft sich entwickelnden Wurzeln nicht auf.

Die Drüsenhaare zeigten eine ziemlich ungleichmäßige Verteilung. Oft waren sie am basalen Teil der Wurzel, häufig in ihrer Mitte zahlreicher vorhanden. Nicht selten traten sie paarweise dicht nebeneinander auf. Ihre Entstehung erfolgt in der Weise, daß die betreffende junge Absorptionszelle, die schon mehr oder minder gestreckt ist, vorerst zwei vorbereitende Querteilungen erfährt (Fig. 5). So wird die Initialzelle des Drüsenhaares herausgeschnitten; diese kann direkt zum Drüsenhaar auswachsen, das dann aus einer 3—4 gliederigen Zellreihe besteht (Fig. 1), deren Endzelle etwas verbreitert ist und die Sekretzelle darstellt. Häufiger aber teilt sich die Initialzelle durch eine antikline Wand, und die beiden Tochterzellen wachsen zu einem aus zwei Zellreihen bestehenden Drüsenhaar aus. Oft unterbleiben die Querteilungen, so daß das Drüsenhaar an ein kurzes Fühlhaar eines *Centaurea*-Filamentes erinnert (Fig. 3); oder es tritt nur je eine Querwand auf, die das Fußstück vom Haarkörper abgliedert. Zuweilen zeigt die die Initialzelle teilende Wand einen schiefen Verlauf, so daß die nächst-

folgende Wand gleichfalls schief verläuft und das Wachstum des Haares wie mit zweischneidiger Scheitelzelle vor sich geht (Fig. 2). Größe und Gestalt der ausgewachsenen Drüsenhaare sind derart ziemlichen Schwankungen unterworfen (Fig. 4). Ihre Länge beträgt 0.035 bis 0.07 mm. Das Haarende ist fast immer schwach keulig verbreitert. Alle Zellen mit Ausnahme des Fußstückes, sind plasmareich, farblos, mit relativ großen Zellkernen versehen. Die der Endzelle aufsitzende

Fig. 1—6.

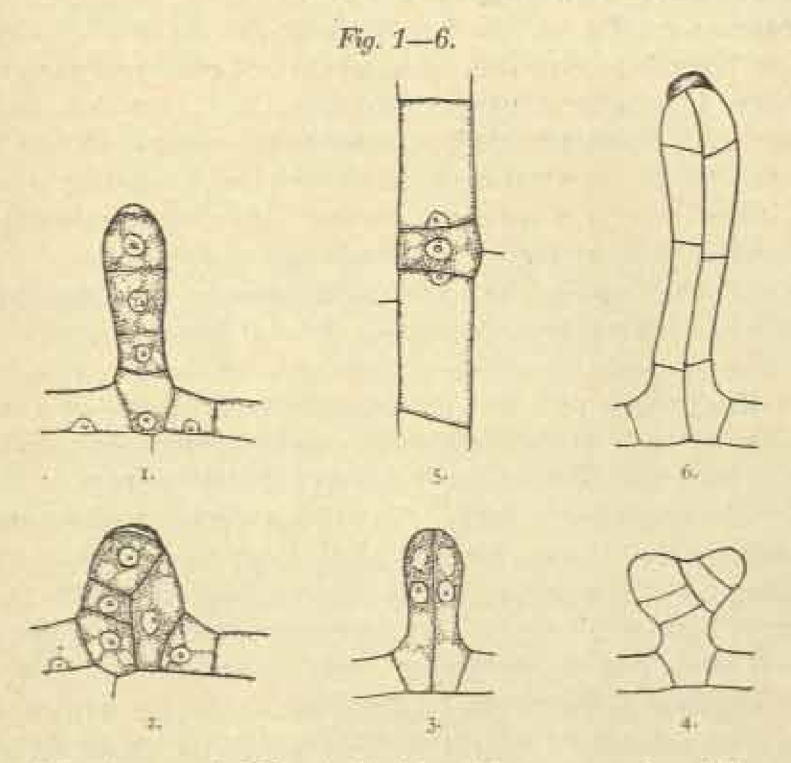


Fig. 1—5. Drüsenhaare an den Wurzeln der Adventivknospen von *Bryophyllum calycinum*.
1. Drüsenhaar, das bloß aus einer Zellreihe besteht. 2. Drüsenhaar mit »zweischneidiger Scheitelzelle«. 3. Drüsenhaar, das durch eine antikline Wand zweizellig wurde. 4. Dichotom verzweigtes Drüsenhaar. 5. Initialzelle eines Drüsenhaares mit ihren beiden Nebenzellen.

Fig. 6. Drüsenhaar an der Wurzel einer Adventivknospe von *Bryophyllum crenatum*.

Sekretkappe ist stark lichtbrechend und in Alkohol leicht löslich. Aus der Art ihrer Auflösung geht hervor, daß sie einige Zeit nach ihrer Bildung erstarrt. Bemerkenswert ist, daß stets einer Anzahl von Drüsenhaaren die Fähigkeit zur Sekretbildung abgeht. Wenigstens lassen sie, auch wenn sie schon älter sind, keine Spur von Sekret erkennen.

Der Stengel sowie die Laubblätter von *Bryophyllum calycinum* sind drüsenlos. Dagegen treten auf der Außenseite der Blumenkrone, na-

mentlich in ihrem unteren Abschnitte ziemlich zahlreiche Drüsenhaare auf, die aber bedeutend größer sind als die Drüsenhaare der Wurzeln. Sie werden 0.17 mm lang. Ihr Bau ist sehr einheitlich, indem sie stets nur aus einer einzigen Zellreihe bestehen. Das Köpfchen setzt sich aus der Sekretzelle zusammen, die überaus zahlreiche, winzig kleine gelbe Chromoplaste von spindelförmiger Gestalt besitzt, und aus der obersten stark verbreiterten Stielzelle, die mit zahlreichen kugeligen Chloroplasten ausgestattet ist.

Drüsenhaare, die wie an den Wurzeln von *Bryophyllum calycinum* aus zwei Zellreihen bestehen, kommen merkwürdigerweise bei der verwandten *Crassulaceen*-Gattung *Kalanchoë*, und zwar bei *Kalanchoë glandulosa* vor. Dieselben sind, was nebenbei bemerkt werden möge, vor allem deshalb interessant, weil die obersten Stielzellen zahlreiche spindelförmige Chloroplasten besitzen. Die Sekretzellen enthalten gleichgestaltete Chromoplaste und Anthokyan-Vakuolen.

Auch die Wurzeln der Adventivsprosse an den Blättern von *Bryophyllum crenatum* sind, wenn sie sich in der trockenen Zimmerluft entwickeln, mit Drüsenhaaren versehen, die im wesentlichen den gleichen Bau zeigen wie die von *Bryophyllum calycinum* (Fig. 6).

An manchen Wurzeln ließen sich auch eigentümliche Zwischenbildungen zwischen Wurzel- und Drüsenhaaren beobachten: die betreffende Absorptionszelle wuchs an ihrem akroskopen Ende zu einer ganz kurzen Papille aus, die auf ihrem Scheitel eine dünne Sekretkappe trug. Doch waren solche Bildungen ziemlich selten.

Der Grund, weshalb die beschriebenen Drüsenhaare der *Bryophyllum*-Wurzeln bisher übersehen wurden, liegt offenbar darin, daß bei der üblichen Kulturmethode die Blätter mit der Unterseite auf feuchten Sand gelegt werden, und daß für einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft gesorgt wird. An den Wurzeln von Adentivsprossen, die ich derart im »Schwitzkasten« eines Warmhauses sich entwickeln ließ, traten in der Tat nur zahlreiche typische Wurzelhaare auf. Zur Entwicklung von Drüsenhaaren kam es aber regelmäßig, als ich die Blätter im Laboratorium mit ihren Stielen in eine mehrere Zentimeter hohe Wasserschicht tauchen ließ, die den Boden eines Becherglases bedeckte. Die Lamina ragte mit der größeren Hälfte über den Rand des Becherglases vor und wurde beiderseits von relativ trockener Luft umspült. Wenn man die Blätter mit Adentivsprossen, deren Wurzeln Drüsenhaare besitzen, mit einer Glasglocke bedeckt, deren Wände mit nassem Fließpapier ausgekleidet sind, so treten an den weiterwachsenden Wurzeln nur noch zahlreiche typische Wurzelhaare auf, die auch an solchen, nicht schon zu alten Partien der Wurzel entstehen, welche bereits mit Drüsenhaaren versehen sind.

Die Adventivwurzeln, welche an der Basis eines abgeschnittenen *Bryophyllum*-Stengels entstanden, der im Warmhause eine Zeitlang auf einem trockenen Brette lag, besaßen gleichfalls zahlreiche Drüsenhaare. Zu ihrer Bildung ist also keineswegs sehr trockene Luft nötig. Dieser Versuch lehrt zugleich, daß die Entstehung der Drüsenhaare nicht etwa durch die chemischen Beimengungen der »Laboratoriumsluft« ausgelöst wird. Als formativer Reiz kommt nur die Lufttrockenheit in Betracht.

II.

Die Entstehung von Drüsenhaaren an den Wurzeln der Adventivsprosse von *Bryophyllum* besitzt in mehrfacher Hinsicht ein theoretisches Interesse.

Sie lehrt zunächst aufs neue, daß auch im Idioplasma schon stark spezialisierter »somatischer« Zellen die Anlagen für Organe vorhanden sind, die normalerweise an ganz anderen Teilen des Pflanzenkörpers auftreten. Nicht nur die jugendlichen Absorptionszellen der Wurzeln, auch diejenigen Blattzellen, welche zu den Initialzellen der Wurzelanlagen werden, müssen natürlich die »Drüsenhaaranlage« besitzen, obgleich an den Laubblättern niemals Drüsenhaare entstehen. Sie treten ausschließlich an der Blumenkrone auf.

Eine auffallende Erscheinung ist es, daß die Drüsenhaare der Wurzeln nicht unmittelbar aus den jugendlichen Absorptionszellen hervorwachsen wie die Wurzelhaare, sondern daß die Drüsenhaarinitiale erst zwei »vorbereitenden Zellteilungen« ihre Entstehung verdankt. Solche vorbereitende Zellteilungen kommen bekanntlich auch sonst sehr häufig vor, wenn es sich um die Anlage von Zellen oder Zellkomplexen handelt, die histologisch von ihrer Umgebung sehr abweichen. Ich erinnere nur an die vorbereitenden Zellteilungen, die zur Bildung der Nebenzellen des Spaltöffnungsapparates führen. Dies legt die Vermutung nahe, daß durch die wiederholten Zellteilungen aus dem Idioplasma der Kerne vorerst gewisse Anlagen entfernt werden sollen, die der Entfaltung jener Anlagen, auf die es ankommt, hinderlich sind.

Aus der Tatsache, daß ganz kurz bleibende Wurzelhaare auf ihrem Scheitel eine Sekretkappe aufweisen können, und daß es andererseits Drüsenhaare gibt, die keine Sekretkappen besitzen, ist zu folgern, daß die idioplasmatischen Anlagen für die Sekretbildung und für die morphologische Ausgestaltung mehrzelliger Drüsenhaare nicht untrennbar miteinander verkoppelt sind, sondern gesondert zur Entfaltung gelangen können.

Die Vielgestaltigkeit der an den Wurzeln auftretenden Drüsenhaare und ihr nicht seltenes Verharren auf einer niedrigeren Entwickelungsstufe lehren, daß die Sicherheit, mit der sich die idioplasmatischen Drüsenhaaranlagen an so ungewohnter Stelle entfalten, gewissermaßen ins Schwanken geraten ist. Für diese Labilität könnte man verschiedene Gründe namhaft machen, doch würde man dabei ein gar zu hypothetisches Gebiet betreten.

Auch an die Tatsache, daß die zweireihigen Drüsenhaare der Wurzeln von *Bryophyllum* eine größere Ähnlichkeit mit den an den Blättern und Stengeln von *Kalanchoë glandulosa* auftretenden Drüsenhaaren als mit denen der Blumenkrone von *Bryophyllum* besitzen, ließen sich phylogenetische und entwickelungsphysiologische Erörterungen knüpfen. Über bloße Mutmaßungen würde man aber auch in dieser Hinsicht nicht hinauskommen.

Was schließlich die eventuelle ökologische Bedeutung der in trockener Luft an den Wurzeln der Adventivsprosse auftretenden Drüsenhaare betrifft, so wird man an eine solche nur dann denken dürfen, wenn sich diese Erscheinung auch in der Heimat der Pflanze auf ihren natürlichen Standorten gelegentlich einstellt. Ob dies der Fall ist, müssen künftige Untersuchungen lehren. Vielleicht handelt es sich aber nur um ein teratologisches Vorkommnis.

Ausführlicheres über den Bau und die Entstehung der hier kurz beschriebenen Drüsenhaare an Wurzeln gedenke ich an anderer Stelle mitzuteilen.

Ausgegeben am 4. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1915.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

4. März. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

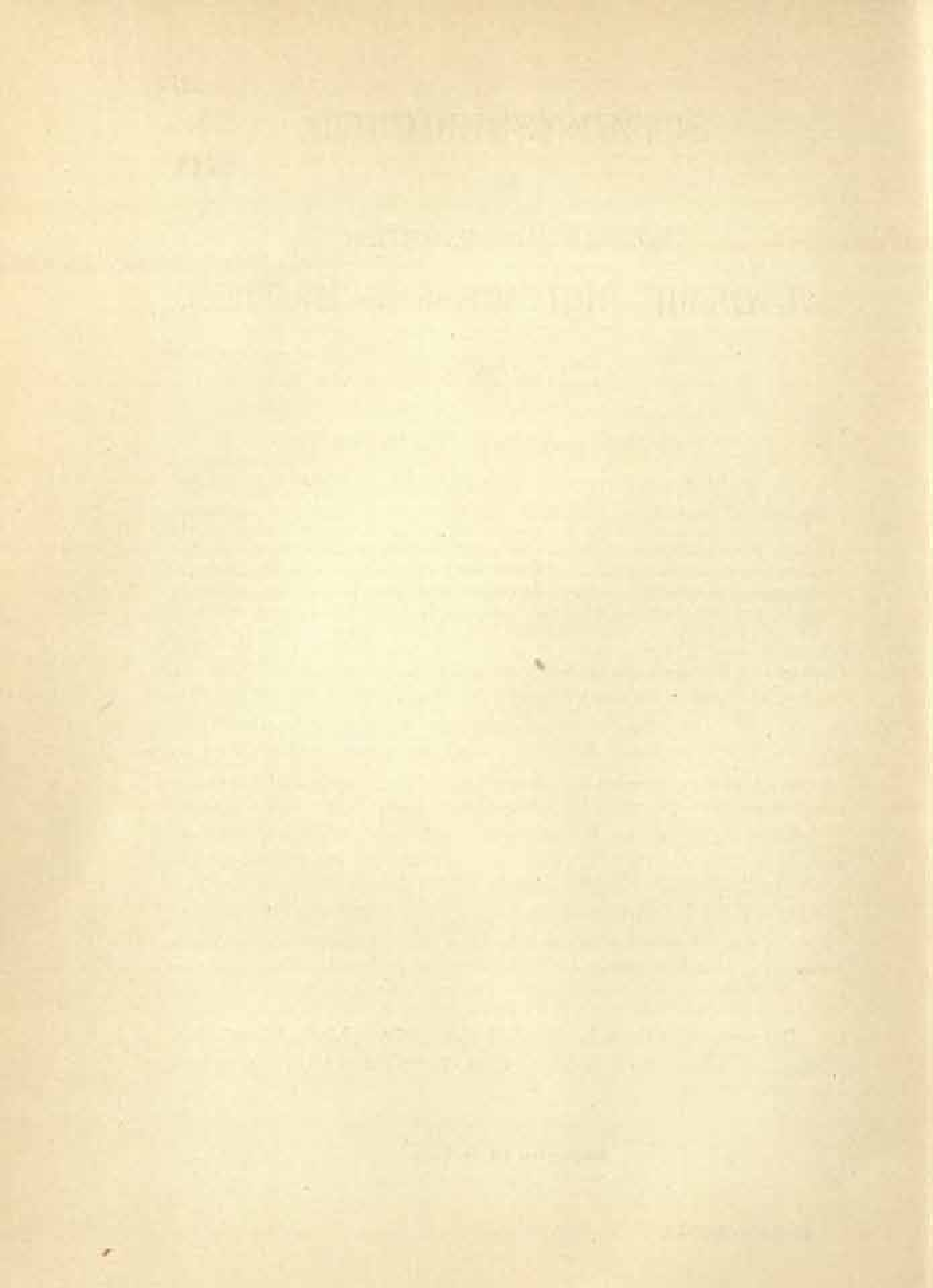
1. Hr. Seckel sprach über drei verschollene Kaisergesetze aus der Stauferzeit. (Ersch. später.)

Die vom Vortragenden wiederentdeckten Gesetze gehören aller Wahrscheinlichkeit nach Friedrich Barbarossa an, der sie auf dem Ronkalischen Reichstag im November 1158 erließ. Das erste Gesetz (im Wortlaut bei Baldus überliefert), ein wichtiges Verfassungsgesetz, handelt von der kaiserlichen Gerichtshoheit, von dem Recht der Bannleihe und vom Amtseide der Richter; das zweite und dritte Gesetz (beide fragmentarisch enthalten in gewissen Formen des lombardischen Lehenrechtsbuchs) betreffen die Pfalzen und die Besteuerung Italiens. In dem Jurisdiktionsgesetz stellt Kaiser Friedrich I. im Verein mit den Bologneser Juristen das verfassungsrechtliche Programm auf, an dem er immer, sogar im Konstanzer Frieden, festgehalten hat. Zu der 1158 für Italien gegebenen Regelung der Gerichtshoheit finden sich in Deutschland gewisse Parallelen. Bei Baldus bildet das Jurisdiktionsgesetz den Ausgangspunkt einer dem Kaisertum freundlichen staatsrechtlichen Erörterung über gewisse Privilegien Karls IV.

2. Vorgelegt wurden Vol. 6 des mit Unterstützung der Akademie bearbeiteten Werkes Philonis Alexandrini opera quae supersunt ed. L. Cohn et P. Wendland (Berolini 1915), Bd. 4 der Wissenschaftlichen Ergebnisse der von Prof. A. Voeltzkow mit Mitteln der Hermann-und-Elise-geb.-Heckmann-Wentzel-Stiftung in den Jahren 1903—1905 ausgeführten Reise in Ostafrika (Stuttgart 1906—15) und von Hrn. Branca Tl. 1—3 der Wissenschaftlichen Ergebnisse der Tendaguru-Expedition 1909—1912 (Berlin 1914).

Das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Ingram Bywater in London ist am 17. Dezember 1914 verstorben.

Ausgegeben am 18. März.



1915.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

11. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Waldeyer.

*1. Hr. Hellmann sprach über das System der Hydrometeore.

Es wird der Versuch gemacht, ein vollständiges System der Hydrometeore aufzustellen und zu begründen. Unterschieden werden als unmittelbare Kondensationsformen des atmosphärischen Wasserdampfes: Beschlag, Frostbeschlag; Tau, Reif; Nebeltau, Eisnebel; Nebelreißen, Rauhreif; Nebeltraufe, Rauheis; Regen ohne Wolken, Schnee ohne Wolken; als mittelbare Kondensationsformen: Regen, Schnee; Graupeln, Hagel, Eiskörner, Glatteis.

2. Hr. Warburg legte eine Mitteilung vor: Über den Energieumsatz bei photochemischen Vorgängen in Gasen. V. Absorption ultravioletter Strahlung durch Sauerstoff.

Zwischen Drucken von 30 und 400 Atmosphären zeigen sich starke Abweichungen vom Beerschen Gesetz; die molekulare Absorptionsfähigkeit des Sauerstoffs wächst nämlich bedeutend mit dem Druck, mehr für die kürzere (0.209 μ) als für die längere (0.253 μ) der beiden untersuchten Wellen, mehr in reinem Sauerstoff als in Gemischen aus Sauerstoff und Stickstoff. Diese Erscheinungen beruhen nach K. Ångström auf den Molekularstößen und werden nach dessen Anschauungen durch Formeln dargestellt.

3. Hr. Haberlandt legte eine Mitteilung vor, betitelt: »Der Nährwert des Holzes.«

Es wird darauf hingewiesen, daß in den Speichergeweben des Splintholzes und des noch jungen, lebenden Holzes überhaupt, mehr oder minder reichlich Reservestoffe, Stärke und fettes Öl, enthalten sind, die für die Ernährung des Menschen, insbesondere aber für die seiner Haustiere, bei entsprechender Aufschließung nutzbar gemacht werden könnten. Die Mitteilung enthält u. a. nähere Angaben über die Mengen der aufgespeicherten Reservestoffe und über das Verhalten verholzter und unverholzter Zellwände im Verdauungskanal des Pferdes und des Rindes. Dieses Verhalten lehrt, daß die Aufschließung der Reservestoffe des Holzes nur möglich ist, wenn die Zellwände zerrissen und zertrümmert werden.

Über den Energieumsatz bei photochemischen Vorgängen in Gasen.

V[1]. Absorption ultravioletter Strahlung durch Sauerstoff.

Von E. Warburg.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

60. In meiner IV. Mitteilung habe ich gezeigt, daß bei der photochemischen Ozonisierung des Sauerstoffs die gebildete Ozonmenge nur ein gewisser Bruchteil der von dem Einsteinschen Äquivalentgesetz geforderten ist, und zwar ein um so kleinerer, je höher der Druck, ferner ein kleinerer für die Wellenlänge 0.253 μ als für 0.209. Da nun die Absorption der Strahlung die notwendige Vorbedingung für die photochemische Wirkung ist, so habe ich in Ergänzung jener Arbeit untersucht, wie die Absorption ultravioletter Strahlung durch Sauerstoff vom Druck und von der Wellenlänge abhängt.

61. Wenn eine ebene Welle ein absorbierendes Gas durchsetzt, so wird man im allgemeinen die Absorption der Zahl der getroffenen Gasmoleküle und der absorbierenden Wirkung des einzelnen Moleküls oder, wie ich sagen will, der molekularen Absorptionsfähigkeit proportional setzen dürfen. Da die Anzahl der getroffenen Gasmoleküle dem durchlaufenen Wege x sowie der Anzahl der Moleküle in der Raumeinheit n proportional ist, so erhält man für konstante Temperatur, soweit n dem Druck p proportional gesetzt werden darf, den Ansatz

$$dJ = -J \cdot p \cdot \mu \cdot dx \quad \cdots, \tag{1}$$

wo J die Energie der Strahlung am Ende des Weges x und μ eine der molekularen Absorptionsfähigkeit proportionale Größe bedeutet.

Hieraus folgt für den Weg d

$$J = J_0 \cdot e^{-p\mu d} \quad \cdots, \tag{2}$$

[1] IV. diese Berichte 1914 S. 872. Die Paragraphen der V. Mitteilung sind mit denen der IV. fortlaufend numeriert.

indem J für den Weg 0 gleich J_0 gesetzt wird oder

$$z = \log_{10} \frac{J_0}{J} = p\mu d \log_{10} e \quad \cdots \tag{3}$$

und die prozentische Absorption

$$A = \frac{J_0 - J}{J_0} = 1 - e^{-p\mu d} \quad \ldots \tag{4}$$

Ist μ von p unabhängig, so ist der Absorptionskoeffizient

$$\alpha = p \cdot \mu \quad \cdots \tag{5}$$

dem Druck proportional; die Absorption ändert sich also nicht, wenn der Druck auf $1/n$ verkleinert und gleichzeitig die Weglänge auf das $n$fache vergrößert wird. Das Gas folgt dann dem BEERschen Gesetz. Doch findet man, daß in vielen Fällen μ mit wachsendem Druck wächst, das BEERsche Gesetz also nicht erfüllt ist.

62. Die eingehendsten Untersuchungen über die Abweichungen vom BEERschen Gesetz bei gasförmigen Körpern wurden von KNUT ÅNGSTRÖM und seinen Schülern im Ultrarot angestellt. ÅNGSTRÖM[1] entdeckte im Jahre 1901 Abweichungen von dem Gesetz bei Kohlendioxyd, weiter fand er[2] die wichtige Tatsache, daß die Absorption des Kohlendioxyds steigt, wenn man ihm ein indifferentes, d. h. für sich allein nicht absorbierendes Gas, z. B. trockene, CO_2-freie atmosphärische Luft, beimengt. Diese Erscheinung wurde unter den verschiedensten Umständen von Frl. EVA v. BAHR[3] eingehend studiert und bei einer größeren Zahl von Gasen wiedergefunden; doch fanden sich auch einige Gase, welche die Erscheinung nicht zeigten; diese Gase, wie z. B. Äthyl- und Methyläther, folgten dem BEERschen Gesetz.

63. Ähnliche Erscheinungen sind auf dem Gebiete kürzerer Wellen beobachtet worden. Freilich fand Frl. v. BAHR[4] die Absorption ozonisierten Sauerstoffs von 15 mm Druck im Ultraviolett durch Zulassen von Luft bis zum atmosphärischen Druck nicht verändert. Indessen beobachtete WOOD[5] Erhöhung der Absorption des Joddampfs von Zimmertemperatur für die Wellenlänge 0.2536 μ in luftfreiem Gefäß nach Öffnen des Gefäßes gegen die atmosphärische Luft. Einfluß eines indifferenten Gases auf Absorption im sichtbaren Gebiet ist neuerdings von FÜCHTBAUER[6] beobachtet worden.

---

[1] K. ÅNGSTRÖM, Ann. d. Phys. 6, 163. 1901.
[2] K. ÅNGSTRÖM, Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik Bd. 4. Nr. 30. 1908.
[3] E. v. BAHR, Dissert. Uppsala 1908. Ann. d. Phys. 29, 780. 1909; 33, 585. 1910.
[4] E. v. BAHR, Ann. d. Phys. 33, 602. 1910.
[5] R. W. WOOD, Phil. Mag. (6) 18, 240. 1909.
[6] CHR. FÜCHTBAUER, Phys. Zeitschr. XII, S. 722. 1911.

64. Lange vor diesen Untersuchungen haben JANSSEN sowie LIVEING und DEWAR Abweichungen vom BEERschen Gesetz für komprimierten Sauerstoff nachgewiesen. JANSSEN[1] fand den Absorptionskoeffizienten des Sauerstoffs in seinen Absorptionslinien dem Druck selbst, dagegen in seinen diffusen Absorptionsbanden bei $\lambda = 0.480$, 0.570, $0.627\,\mu$ bis zu 100 Atmosphären dem Quadrat des Druckes proportional. Die letztgenannte Beziehung geben LIVEING und DEWAR[2] auch für die von ihnen untersuchte Absorption des Sauerstoffs im Ultraviolett an, ohne diese Angabe durch Zahlen zu belegen. Die Absorption rückt nach ihren Versuchen mit steigendem Druck gegen die längeren Wellen hin vor, erstreckt sich z. B. bei einem Strahlenweg von 18 m unter Drucken von 24 und 100 kg/cm² bzw. bis $\lambda = 0.26$ und $0.28\,\mu$. Nach den Versuchen von LYMAN[3] handelt es sich indessen hier um ein beiderseits begrenztes Absorptionsband, welches auf der kurzwelligen Seite im SCHUMANNgebiet endigt. Beim Druck einer Atmosphäre und einem Strahlenweg von 0.91 cm fand er die Grenzen der Bande bei 0.176 und $0.127\,\mu$ und beobachtete beiderseitige Verbreiterung mit wachsendem Druck.

LIVEING und DEWAR[4] fanden auch, daß der Partialdruck des Sauerstoffs in atmosphärischer Luft, welcher die von JANSSEN untersuchten diffusen Absorptionsbanden hervorbringt, um ein Viertel kleiner ist als der hierzu erforderliche Druck des reinen Sauerstoffs; sie schließen hieraus, ÅNGSTRÖM für diesen Fall antizipierend, daß die Absorption nicht nur vom Partialdruck des Sauerstoffs, sondern in gewissem Grade auch von dem totalen Druck der Luft abhängt.

Meine Versuche liefern teilweise eine Bestätigung, teilweise eine Einschränkung der Angaben von LIVEING und DEWAR und zeigen, daß verschiedene Wellenlängen sich in bezug auf das BEERsche Gesetz verschieden verhalten.

65. Zu den Versuchen dienten die beiden früher benutzten Druckzellen, nämlich Zelle I für Drucke bis 150, beschrieben II, § 16, und Zelle II für Drucke bis 400 kg/cm², beschrieben IV, § 49. Bei höheren Drucken wird die Absorption in diesen Zellen für die Messung zu groß; es wurden daher zur Verkleinerung des Strahlenweges Bergkristallplatten in die Zelle II eingelegt. Folgende Anordnungen kamen zur Anwendung:

---

[1] J. JANSSEN, C. R. 102, 1352. 1886.
[2] G. D. LIVEING und J. DEWAR, Proc. Roy. Soc. 46, 222. 1889.
[3] TH. LYMAN, Astrophys. J. 27, 87. 1908.
[4] G. D. LIVEING und J. DEWAR a. a. O.

Zelle	Einlage	Strahlenweg
I	—	1.85 cm
II	—	1.72 »
II	1. 173 cm Quarz	0.547 »
II	1. 173 + 0.405 cm Quarz	0.142 »

Bei den Absorptionsversuchen ließ man entweder das Gas durch die Zellen mit einer solchen Geschwindigkeit strömen, daß die Absorption durch das photochemisch gebildete Ozon nicht merklich war (s. IV, § 56), oder man beobachtete bei ruhendem Gas, indem man dasselbe nur 30 Sekunden lang der Strahlung aussetzte und es dann erneuerte. Die Ergebnisse waren in beiden Fällen die gleichen. Zur Bestimmung der Absorption mißt man bolometrisch die Energie der aus der Zelle tretenden Strahlung beim Druck der Atmosphäre, bei welchem die Absorption unmerklich ist, und bei dem zu untersuchenden Druck. Diese Messungen liefern das Verhältnis Jo/J und damit z sowie A nach den Gleichungen (3) und (4), § 61.

Die Erzeugung und Messung der Drucke ist beschrieben IV, § 48, das Manometer ist seitdem geeicht worden. Da stets die 80 cm lange Schicht von festem Ätzkali eingeschaltet war, so ist das Gas trocken und frei von Kohlendioxyd.

Wegen der Inkonstanz der Funkenstrahlung muß man sehr viele Bestimmungen ausführen; im folgenden sind stets die Mittel angegeben.

66. Die Tabellen I—III enthalten die Ergebnisse für 95 prozentigen Bombensauerstoff, und zwar sind die Werte von $z = \log_{10} J_0/J$ (§ 61) verzeichnet; d ist der Strahlenweg.

Tabelle I.

95 prozentiger Sauerstoff. $\lambda = 0.209$.

p	z: $d = 1.72$	$d = 0.547$	$d = 0.142$	$d = 0.547$ ber. aus $d = 1.72$	$d = 0.142$ ber. aus $d = 1.72$	$d = 0.142$ ber. aus $d = 0.547$
27.5	0.144					
47.5	0.382					
67.5	0.728	0.236		0.232		
97	1.295	0.444	0.0994	0.412	0.107	0.115
195			0.386			
293.5			0.810			
392.5			1.142			

Tabelle II.

Mittelwerte reduziert auf $d = 1.72$.

P	z	$10^3\, z/P$	$10^5\, z/P^2$
27.5	0.144	5.24	19.06
47.5	0.382	8.04	16.91
67.5	0.736	11.0	16.4
97	1.30	13.4	13.8
195	4.69	24.0	12.3
293.5	9.84	33.5	11.4
392.5	13.9	35.4	9.02

Tabelle III.

95 prozentiger Sauerstoff. $\lambda = 0.253$. $d = 1.72$

P	z	$10^3\, z/P$	$10^5\, z/P$
97	0.198	2.04	2.10
121.5	0.296	2.43	2.00
146.0	0.395	2.71	1.86
195	0.569	2.92	1.50
293.5	0.955	3.25	1.11
392.5	1.110	2.82	0.72

Tabelle I gibt für $\lambda = 0.209$ die bei verschiedenen Strahlenwegen (§ 65) an Zelle II beobachteten z-Werte. Für homogene Strahlung sollte z mit d proportional sein. Die 5., 6. und 7. Kolumne enthalten nach dieser Beziehung berechnete Werte von z für die Drucke 67.5 und 97, für welche die Absorption bei verschiedenen Strahlenwegen gemessen ist. Die Abweichungen von den beobachteten Werten sind kaum größer, als erwartet werden konnte, so daß die fragliche Beziehung jedenfalls angenähert erfüllt ist und die 5teilige Zinklinie $\lambda = 0.209$ hier angenähert als homogen gelten kann.

In der Tabelle II sind nun alle Beobachtungen der Tabelle I gemäß der erwähnten Beziehung auf $d = 1.72$ cm reduziert, wobei für Drucke, für welche Beobachtungen bei verschiedenen Strahlenwegen vorliegen, die Mittel genommen sind. Die Tabelle enthält außerdem die Werte $10^3\, z/P$ und $10^5 \cdot z/P^2$. Wächst der Druck von 27.5 auf 392.5, so wächst z/P auf das 7fache. Das Beersche Gesetz, welches Konstanz von z/P verlangt, ist also durchaus nicht erfüllt. Aber auch das Gesetz von Liveing und Dewar, nach welchem z mit P^2 proportional sein soll, trifft, obgleich eine bessere Annäherung gewährend, nicht zu, indem $10^5\, z/P^2$ zwischen den Drucken 27.5 und 392.5 von 19.1 auf 9.02, also auf etwa die Hälfte abnimmt.

67. Die Abweichungen vom BEERschen Gesetz zeigen, daß die molekulare Absorptionsfähigkeit (§ 61) durch die Nachbarmoleküle beeinflußt wird, was von K. ÅNGSTRÖM[1] auf die Wirkung der Zusammenstöße zurückgeführt wird. Derselbe spricht sich hierüber folgendermaßen aus:

»Nach verschiedenen Theorien kann man sich die Veränderung, die durch den Stoß in dem Atomkomplex bewirkt wird, verschiedenartig denken. Wie man aber auch diese Veränderung auffaßt, kann sie von mehr oder minder beständiger Art sein. Man kann sich so denken, daß die durch den Stoß verursachte Veränderung in dem Atomkomplex zwischen den verschiedenen Stößen bestehen bleibt oder daß die Veränderung zwischen den Stößen mehr oder minder vollständig gedämpft wird. Im ersteren Fall wird die Absorption von der Anzahl Atomkomplexe abhängen, welche die Absorption bewirken; sind diese gleich, so ist auch die Absorption gleich, und das BEERsche Gesetz gilt. Im letzteren Falle weicht das Gas mehr oder weniger von dem BEERschen Gesetz ab. Diese Abweichung muß offenbar am größten für niedrige Drucke mit langen Stoßzeiten werden, was denn auch experimentell nachgewiesen worden ist. Bei niedrigen Drucken scheint wenigstens für gewisse Gase die Bedingung dafür, daß eine bestimmte Absorption ausgeübt werde, die zu sein, daß das Produkt aus dem Quadrat des Druckes und der Schichtlänge konstant sein muß ($p^2 l =$ konst.). Dies deutet darauf hin, daß die Absorption in diesem Fall proportional der Anzahl der Stöße ist und daß demnach der Stoß die für eine bestimmte Absorption nötigen Bedingungen einführt.«

68. Um diese Ideen mathematisch zu formulieren, bezeichne man den Wert der mit der molekularen Absorptionsfähigkeit proportionalen Größe μ gleich nach einem Zusammenstoß mit μ_0 (vgl. § 61) und nehme an, daß sie bis zum nächsten Zusammenstoß nach irgendeinem Gesetz abnimmt. Ist Θ die Zeit zwischen zwei Zusammenstößen, so ist der Mittelwert von μ

$$\bar{\mu} = \frac{1}{\Theta} \cdot \int_0^{\Theta} \mu dt \quad \cdots \tag{6}$$

und nach (3)

$$z = P \cdot \bar{\mu} \cdot d \cdot \log_{10} e \quad \cdots . \tag{3}$$

Zur weiteren Entwicklung dieser Beziehungen muß man eine Hypothese über das Gesetz des Abklingens von μ zugrunde legen. Ich nehme an

$$d\mu = -\mu^n \cdot k dt \quad \cdots \tag{7}$$

und betrachte die beiden Fälle $n = 1$ und $n = 2$.

[1] K. ÅNGSTRÖM, Arkiv f. Matematik, Astronomi och Fysik 1908, Bd. 4.

Für $n = 1$ wird

$$\mu = \mu_0 \cdot e^{-kt} \qquad \bar{\mu} = \frac{\mu_0}{k\Theta} \cdot (1 - e^{-k\Theta}) \qquad t_1 = \frac{0{.}694}{k} \quad \cdots, \tag{8}$$

für $n = 2$

$$\mu = \frac{\mu_0}{1 + \mu_0 kt} \quad \bar{\mu} = \frac{1}{k\Theta} \cdot \log_e (1 + \mu_0 k\Theta) \qquad t_1 = \frac{1}{\mu_0 \cdot k} \quad \cdots, \tag{9}$$

wo t_1 die Zeit ist, nach Ablauf deren μ auf die Hälfte des Anfangswertes μ_0 gesunken ist.

In diesen Ausdrücken sind μ_0 und k vom Druck p unabhängig, dagegen ist

$$\Theta = \frac{l}{q} = \frac{\text{mittlere Weglänge}}{\text{Molekulargeschwindigkeit}} \quad \cdots. \tag{10}$$

Ist nun die Dichte des Gases nicht zu groß, so ist l dem Druck umgekehrt proportional, und man kann setzen:
für $n = 1$, in (8):

$$k\Theta = \frac{\Pi}{P} \cdots, \tag{8a}$$

für $n = 2$, in (9):

$$\mu_0 k\Theta = \frac{\Pi}{P} \cdots. \tag{9a}$$

Man erhält somit, je nachdem $n = 1$ oder $= 2$ angenommen wird, für $n = 1$:

$$z = d \cdot \log_{10} e \cdot \mu_0 \cdot \frac{P^2}{\Pi} (1 - e^{-\frac{\Pi}{P}}) = a \cdot P^2 \cdot (1 - e^{-\frac{\Pi}{P}}) \cdots, \tag{8b}$$

für $n = 2$:

$$z = d \log_{10} e \, \mu_0 \frac{P^2}{\Pi} \log_e \left(1 + \frac{\Pi}{P}\right) = a \cdot P^2 \cdot \log_{10} \left(1 + \frac{\Pi}{P}\right) \cdots \tag{9b}$$

und aus (8)—(8b), (9)—(9b) die Beziehungen:
für $n = 1$:

$$t_1 = 0{,}694 \cdot \frac{\Theta^\circ P^\circ}{\Pi} \qquad \mu_0 = \frac{a\Pi}{d \log_{10} e} \cdots, \tag{8c}$$

für $n = 2$:

$$t_1 = \frac{\Theta^\circ P^\circ}{\Pi} \qquad \mu_0 = \frac{a\Pi}{d} \cdots. \tag{9c}$$

P° ist der Normaldruck einer Atmosphäre, Θ° der Wert von Θ bei diesem Druck. Für Sauerstoff bei P° und 15° ist $l = 9{.}33 \cdot 10^{-6}$ cm, $q = 43\,750$ cm, mithin nach (10)

$$\Theta^\circ = l/q = 9{.}33/43\,750 \cdot 10^6 = 2{.}133 \cdot 10^{-10} \text{ sc.}$$

69. Zur Beurteilung der Dichtigkeitsgrenze, bis zu welcher hinauf diese Gleichungen gelten, d. h. bis zu welcher die Weglänge l dem Druck umgekehrt proportional angenommen werden kann, sei angeführt, daß der Reibungskoeffizient der Kohlensäure bei einer Dichtigkeit gleich der 50fachen der normalen den normalen Reibungskoeffizienten um etwa 9 Prozent des letzteren übertrifft[1]. Man wird daher die obigen Gleichungen höchstens bis zu 50 kg/cm² als annähernd gültig ansehen können. Bis zu dieser Druckgrenze liegen nur zwei Messungen vor, welche zur Berechnung der Konstanten a und Π ausreichen, während eine Entscheidung zwischen den Annahmen $n = 1$ und $n = 2$ nicht möglich ist.

Aus jenen beiden Messungen, für $p = 27.5$ und 47.5, findet man

	Π	$10^5 a$	$10^{14} t_1$	$\mu_0 d$
für $n = 1$	92	19.77	177	0.0419
für $n = 2$	3300	9.14	7.10	0.3016

Besonders für $n = 2$ bringt ein kleiner Fehler in z einen großen Fehler in Π hervor.

Für $n = 1$ ergibt sich größere Abklingungszeit, kleinerer Wert der molekularen Absorptionsfähigkeit gleich nach dem Stoß (μ_0), als für $n = 2$.

70. Es zeigt sich nun, daß die Formel (9b), obwohl theoretisch nur für kleine Drucke begründet, die Beobachtungen bis zu 400 kg/cm² mit $\Pi = 3300$ angenähert darstellt; die Abweichungen der beobachteten prozentischen Absorptionen von den berechneten belaufen sich bei den sieben Beobachtungsdrucken bzw. auf $+2.8$; $+2.0$; -0.2; $+0.8$; -2.4; -3.6 und $+0.4$ Prozent, Abweichungen, welche die Beobachtungsfehler kaum übersteigen. Man kann daher jene Formel als Interpolationsformel benutzen, obgleich nicht anzunehmen ist, daß sie genau zutrifft. Man erhält so

$$z = 9.47 \cdot P^2 \cdot \log_{10}\left(1 + \frac{3300}{P}\right) \cdot 10^{-5} \quad \ldots \qquad (11)$$

Der Absorptionskoeffizient α ergibt sich aus (3) zu $z/d \log_{10} e$ oder, da $d = 1.72$,

$$\alpha = 12.7 \cdot P^2 \cdot \log_{10}\left(1 + \frac{3300}{P}\right) \cdot 10^{-5} \quad \ldots \qquad (12)$$

[1] E. Warburg und L. v. Babo, Wied. Ann. 17, S. 421, 1882. Die Abweichungen vom Boyle-Mariotteschen Gesetz, welches in der Ausgangsgleichung (1) § 61 als gültig angenommen ist, belaufen sich nach K. Onnes und Hyndman (Comm. Leiden Nr. 78, 1902) für Sauerstoff von 50 Atmosphären Druck bei 20° C auf 3 Prozent.

für $\lambda = 0.209$ und 95 prozentigen Bombensauerstoff. Nach dieser Formel ist — ebenso wie nach (8b) — α für kleine Drucke mit P^2, für große mit P proportional. Die Abweichungen vom Beerschen Gesetz sind also um so größer, je kleiner der Druck, wodurch die Annahme von Ångström, nach welcher jene Abweichungen von den Zusammenstößen der Moleküle untereinander herrühren, als richtig erwiesen ist. Denn in einem sehr dünnen Gase wird ein Molekül von seinen Nachbarmolekülen merklich nur während der Zusammenstöße mit ihnen beeinflußt.

Bis zu 100 kg/cm² habe ich auch mit Zelle I Messungen angestellt, welche durchweg einen um 3 Prozent größeren Wert von α lieferten; trotz vieler Versuche habe ich den Grund hiervon nicht finden können.

71. Mit der Wellenlänge $\lambda = 0.253$ sind nur Versuche zwischen 100 und 400 kg/cm² gemacht worden, weil die Absorption bei kleineren Drucken hier zu klein ist. Die Tabelle III § 66 enthält die Ergebnisse. Die Vergleichung der 3. Kolumnen der Tabellen II und III lehrt, daß die Abweichungen vom Beerschen Gesetz für die längere Welle 0.253 erheblich kleiner sind als für die kürzere 0.209. Nach der entwickelten Theorie ist hieraus zu schließen, daß die Wirkung der Zusammenstöße auf die Absorption des Moleküls bei 0.253 langsamer abklingt als bei $\lambda = 0.209$.

In der IV. Mitteilung S. 882 wurde bemerkt, daß die dort angegebenen Werte für die Absorption von $\lambda = 0.253$ bei den kleineren Drucken wahrscheinlich zu klein seien, daß dagegen hinsichtlich der Absorption bei nominell 300 kg/cm² (88 Prozent für Zelle II) kein Zweifel bestehe. In der Tat liefert die obige Tabelle III für die Absorption bei 293.5 (nominell 300) 88.9 Prozent. Um die Werte für kleinere Drucke aus den neuen Beobachtungen zu finden, habe ich zwischen $P = 97$ und 146 die Interpolationsformel

$$z = 1.59 \cdot P^2 \cdot \log_{10}\left(1 + \frac{2000}{P}\right) \cdot 10^{-5}, \quad 97 < P < 146$$

benutzt, welche für Zelle II liefert (vgl. Tab. III[1] der IV. Mitteilung).

P nominell	P korrig.	A proz. nach Tab. III, IV. Mitt.	A proz. nach den neuen Versuchen
129.5	126	40.6	44.0
147.3	143.3	49.7	52.8

Die neuen Werte sind in der Tat etwas größer als die alten, so daß die in der IV. Mitteilung gezogenen Schlüsse a fortiori bestehen bleiben (§ 55).

[1] Der Strahlenweg für Zelle II ist dort irrtümlich zu 1.4 cm statt zu 1.72 cm angegeben.

72. Die großen Abweichungen vom BEERschen Gesetz, wie sie besonders bei der Absorption der Wellenlänge 0.209 durch Sauerstoff sich zeigen, lassen einen großen Einfluß der Beimengung eines indifferenten, für sich nicht absorbierenden Gases auf die Absorption vermuten. Von einem Zusammenstoß eines Sauerstoffmoleküls mit einem Molekül eines indifferenten Gases ist nämlich ein ähnlicher Einfluß auf die molekulare Absorptionsfähigkeit zu erwarten, wie von einem Zusammenstoß eines Sauerstoffmoleküls mit einem Sauerstoffmolekül. Als indifferentes Gas wählte ich Stickstoff und untersuchte demnach die Absorption der Wellenlänge 0.209 durch Gemische aus Sauerstoff und Stickstoff. Ich beschränke mich auf die Mitteilung der Ergebnisse für die Absorption der atmosphärischen Luft, da alle Bedenken, welche wegen unvollständiger Durchmischung bei den angewandten hohen Drucken entstehen könnten, hier fortfallen. Die benutzte atmosphärische Luft stammte aus einer Bombe, eine andere viel ältere Bombe lieferte innerhalb der Fehlergrenzen dieselben Ergebnisse. Daß das benutzte Gas 21 Prozent Sauerstoff enthielt, wurde durch Analyse bestätigt. In der folgenden Tabelle bedeutet P den totalen Druck, P_0 den Partialdruck des Sauerstoffs, A die prozentische Absorption. z_0 und A_0 sind die Werte von z und A für reinen Sauerstoff von einem Druck gleich dem Partialdruck des Sauerstoffs im Gemisch, berechnet nach der für 95 prozentigen Sauerstoff gültigen Formel (11), § 70, mit einem Zuschlag bei z von 7 Prozent (§ 75).

Tabelle IV.

Atmosphärische Luft. $\lambda = 0.209$ $d = 1.72$ cm.

P	P_0	z	A	z_0	A_0	z^1	A^1
97	20.4	0.212	0.386	0.093	0.193	0.310	0.510
195	41.0	0.689	0.795	0.325	0.527	1.014	0.903
244.2	51.3	0.945	0.886	0.484	0.672	1.474	0.966
293.5	61.6	1.252	0.944	0.669	0.786	2.001	0.990

Wie man sieht, sind die beobachteten z-Werte wie erwartet — und im Einklang mit der Angabe von LIVEING und DEWAR (§ 64) — viel größer, im allgemeinen mehr als doppelt so groß, als die dem Partialdruck des Sauerstoffs entsprechenden. Nach der Regel, welche K. ÅNGSTRÖM und Frl. VON BAHR bei einer entsprechenden Untersuchung im Ultrarot gefunden haben, sollte der Wert von z im Gemisch gleich sein 21/100 des Wertes für reinen Sauerstoff von einem Druck gleich dem totalen Druck der Mischung. z' und A' sind die nach dieser Regel

berechneten Werte, welche viel größer sind als die beobachteten. Die fragliche Regel trifft also hier nicht zu[1].

73. Betrachtet man die Frage vom Standpunkte der Theorie des § 68, so ergibt sich die Ångströmsche Regel aus den Annahmen, daß ein Stickstoffmolekül beim Zusammenstoß in bezug auf die Beeinflussung sowohl der mittleren Weglänge wie der molekularen Absorptionsfähigkeit sich ebenso wie ein Sauerstoffmolekül verhält. Die erste Annahme trifft nicht genau zu, die zweite scheint an sich jedenfalls nicht notwendig und wird durch die mitgeteilten Versuche widerlegt. Die Theorie des § 68 läßt sich nun leicht auf den Fall eines Gemisches aus einem absorbierenden Gase 1 und einem für sich nicht absorbierenden Gase 2 ausdehnen. Da indessen die Anwendung der Theorie auf die hier in Frage kommenden hohen Drucke nicht gerechtfertigt ist, so beschränke ich mich auf die Darlegung des Ganges der Entwicklung und des Endergebnisses. Ich lege die Annahme $n = 2$ zugrunde (§ 68). In (10) ist für l die nach Maxwell[2] zu berechnende mittlere Weglänge von 1 im Gemisch zu setzen. Ich nehme an, daß μ durch den Zusammenstoß eines Moleküls von der Art 1, mit einem Molekül von der Art 1 den Wert $\mu_{1,0}$, mit einem Molekül von der Art 2 den Wert $\mu_{2,0}$ erhält, daß aber μ in beiden Fällen nach dem gleichen Gesetz mit der Zeit abklingt. Der in (3) § 67 einzuführende Mittelwert $\bar{\mu}$ setzt sich also aus zwei Mittelwerten zusammen. Ich finde

$$\left.\begin{aligned} z &= a\cdot P_1^2\cdot\left[1+\gamma\cdot\frac{P_2}{P_1}\cdot\frac{\log_{10}\left(1+\frac{\mu_{2,0}}{\mu_{1,0}}\cdot\frac{\Pi}{P_1+\gamma P_2}\right)}{\log_{10}\left(1+\frac{\Pi}{P_1+\gamma P_2}\right)}\right]\cdot\log_{10}\left(1+\frac{\Pi}{P_1+\gamma P_2}\right), \\ &\text{wo } \gamma = \frac{1+\sqrt{l_{11}/l_{22}}}{2}\cdot\sqrt{\frac{1+\frac{M_1}{M_2}}{2}} \end{aligned}\right\} \quad (13)$$

l_{11} und l_{22} sind die normalen mittleren Weglängen in den reinen Gasen 1 und 2 bei gleichem Druck, M_1 und M_2 die Molekulargewichte von 1 und 2. Ist 1 Sauerstoff, 2 Stickstoff, so wird $\gamma = 1.073$. a und Π haben dieselben Werte wie für reinen Sauerstoff. Für $P_2 = 0$ geht die Formel in (9b) über.

74. Wie bemerkt, ist die Anwendung dieser Formel auf die Beobachtungen des § 72, welche sich auf Drucke von 100—300 kg/cm²

[1] Kleine Abweichungen von dieser Regel sind für die Absorption mit Ultrarot bereits von Frl. von Bahr (Phys. Ztschr. 12, 1168, 1911) und G. Hertz (Verh. d. Deutschen phys. Ges., 13. Jahrg., S. 244, 1911) beobachtet worden.

[2] J. Cl. Maxwell, Phil. Mag. (4) 19, 19, 1859.

beziehen, theoretisch nicht gerechtfertigt. Gleichwohl ist sie hier möglicherweise, ebenso wie die Formel (9b), als Interpolationsformel brauchbar. In der Tat findet man aus den vier Versuchen der Tabelle IV für die einzige disponibele Konstante $\mu_{2,0}/\mu_{1,0}$ der Formel die Werte 0.25, 0.30, 0.25, 0.28, im Mittel 0.27. Jedenfalls wird man folgern dürfen, daß der Zusammenstoß eines Sauerstoffmoleküls mit einem Sauerstoffmolekül die molekulare Absorptionsfähigkeit auf einen viel höheren Wert bringt, als der Zusammenstoß eines Sauerstoffmoleküls mit einem Stickstoffmolekül.

75. Man kann die Formel (13) benutzen, um die auf 95 prozentigen Sauerstoff bezügliche Formel (11) auf reinen Sauerstoff zu reduzieren. Zu diesem Zweck setze man in (13) den totalen Druck gleich P, mithin für 95 prozentigen Sauerstoff $P_1 = 0.95\,P$, $P_2 = 0.05\,P$, ferner $\mu_{2,0}/\mu_{1,0} = 0.27$, endlich den Wert von z für reinen Sauerstoff vom Druck P, $z^\circ = a\cdot P^2\cdot\log_{10}\left(1+\frac{3300}{P}\right)$. Man findet, je nachdem $P = 30$ oder 400 gesetzt wird, z° gleich 1.067 oder $1.074\cdot z$, also hinlänglich genau für jeden der in Frage kommenden Drucke gleich $1.07\cdot z$. Damit wird für reinen Sauerstoff und $d = 1.72$ cm $a = 9.47\cdot 1.07 = 10.13$ und

$$\alpha = 13.6\cdot P^2\cdot\log_{10}\left(1+\frac{3300}{P}\right)\cdot 10^{-5}\ldots \qquad (12a)$$

für $\lambda = 0.209$.

Für den Druck einer Atmosphäre ($P = 1.033$) ergibt sich

$$\alpha = 0.000507 \qquad \text{für } \lambda = 0.209.$$

KREUSLER[1] findet für diesen Druck

$$\alpha = 0.00336 \qquad \text{für } \lambda = 0.193$$
$$\alpha = 0.02057 \qquad \text{» } \lambda = 0.186.$$

76. Man kann die Frage aufwerfen, ob ein absorbierendes Sauerstoffmolekül photochemisch in gleicher Weise beeinflußt wird, mag es seine Absorptionsfähigkeit dem Zusammenstoß mit einem Sauerstoff- oder einem Stickstoffmolekül verdanken. Ich habe nun die spezifische photochemische Ozonisierung ϕ, d. h. die gebildeten Mol Ozon pro absorbierte g-Kal. von Strahlung der Wellenlänge 0.209, für verschiedene Sauerstoff-Stickstoffmischungen untersucht und von dem Prozentgehalt an Sauerstoff unabhängig gefunden, wonach die aufgeworfene Frage zu bejahen ist.

---

[1] H. KREUSLER, Ann. d. Physik 6, 419. 1901.

Ferner zeigten Versuche mit atmosphärischer Luft[1] bei einem Druck von ungefähr 300 kg/cm², daß auch hier, ebenso wie bei 95 prozentigem Sauerstoff, die spezifische photochemische Wirkung mit steigendem Druck abnimmt (vgl. IV, § 57).

Die folgende Tabelle V enthält die Belege für diese Angaben.

Tabelle V.

Zelle I. $\lambda = 0.209$.

P	Proz. O_2	A proz.	$\phi \cdot 10^5$
136	95	98	1.32
136	50	94	1.42
146	33	88	1.37
Zelle II.			
293.5	21	94	0.96

[1] Nachbläuung nach dem Austitrieren trat bei diesen Versuchen viel später ein als bei den Versuchen mit 95 prozentigem Sauerstoff, weil beim Durchleiten des letzteren die Jodkaliumlösung sauerstoffreicher wird als beim Durchleiten sauerstoffärmerer Mischungen (vgl. IV, § 50).

Der Nährwert des Holzes.

Von G. Haberlandt.

I.

Die ungeheure Menge von organischer Substanz, die im Holze unserer Laub- und Nadelbäume aufgespeichert ist, hat bisher bei der Ernährung des Menschen und seiner Haustiere noch keine oder nur eine untergeordnete Rolle gespielt. Die mechanischen Eigenschaften, die Festigkeits- und Elastizitätsverhältnisse des Holzes sind es vor allem, die diesen pflanzlichen Rohstoff dem Menschen so wertvoll machen, und alle die zahlreichen Untersuchungen, die dem Holze als »Rohstoff« gelten, haben fast ausschließlich diese Seite seiner Verwertbarkeit im Auge.

Der Holzkörper der Bäume und Sträucher hat aber für die Pflanze keineswegs nur die Bedeutung eines festen Gerüstes, das die Säulen- und Biegungsfestigkeit der Stämme, Äste und Zweige herzustellen hat. Er ist auch, wie jeder Pflanzenphysiologe weiß, ein mächtiger Reservestoffbehälter, der zur Winterszeit eine ansehnliche Menge von »plastischen Baustoffen«, vor allem Stärke, Zucker, fettes Öl und in geringer Menge auch Eiweißsubstanzen, enthält. In erster Linie ist das Holz ein Reservestoffbehälter für stickstofflose Assimilate, die im Sommer in den Laubblättern erzeugt werden, aus diesen durch das Leitparenchym der Rinde in das Holz einwandern, hier in den Markstrahlen und im Holzparenchym gespeichert werden und im Frühjahre wieder zurück in die austreibenden Laub- und Blütenknospen wandern; hier finden sie dann beim Aufbau der wachsenden Zweige und Blätter Verwendung.

Die Aufspeicherung von Reservestoffen erfolgt natürlich nur im lebenden Holze, d.i. im »Splint«, der die gewöhnliche, weißlichgelbe Farbe des Holzes besitzt. Das dunkler gefärbte »Kernholz« ist völlig abgestorben und hat nur noch eine mechanische Aufgabe zu leisten. Bei manchen Laubbäumen zeigt das Holz auf dem ganzen Stammquerschnitt die Beschaffenheit des Splintholzes. Das sind die sogenannten »Splintbäume«, wozu z. B. verschiedene Ahornarten (*Acer pseudoplatanus* und *platanoides*), die Birke, die Zitterpappel gehören. Bei der Mehrzahl der Bäume besteht aber der Splint bloß

aus einer größeren oder geringeren Anzahl peripherer Jahresringe. Bei der Esche (*Fraxinus excelsior*), die einen sehr breiten Splint besitzt, fand Gris[1] im 40jährigen Stamm noch in allen Jahresringen reichlich Stärke. Ein von Gris untersuchter 95jähriger Stamm der Rotbuche (*Fagus silvatica*) wies in den 15 äußersten Jahresringen noch reichlich Stärke auf, bis zum 35. erfolgte eine allmähliche Abnahme des Stärkegehaltes, weiter innen war keine Stärke mehr vorhanden. — Schon hier möge demnach ausdrücklich betont werden, daß für die Ernährung des Menschen und seiner Haustiere nur das Splintholz sowie das lebende Holz der Äste und Zweige in Betracht kommen kann. Das Kernholz ist für solche Zwecke gänzlich unbrauchbar.

Es sind hauptsächlich die anatomisch-physiologischen Untersuchungen von Th. Hartig, Nördlinger, Sanio, Sachs, Russow, Gris, Leclerc du Sablon, Schröder, R. Hartig u. a. gewesen, denen wir unsere Kenntnisse über die alljährliche Füllung und Entleerung des Holzes, über seinen Reichtum und seine zeitweilige Verarmung an Reservestoffen verdanken. In neuerer Zeit hat Alfred Fischer einen wichtigen Beitrag zu dieser pflanzenphysiologisch so interessanten Frage geliefert[2]. Er unterscheidet »Fettbäume« und »Stärkebäume«. Die ersteren sind weichholzig (Linde, Birke, Kiefer) und enthalten im Winter keine Stärke mehr, sondern ausschließlich fettes Öl. Die Stärkebäume sind hartholzig und enthalten auch im Winter reichlich Stärke; hierher gehören wohl die meisten Laubbäume, so z. B. Eichen, Ahorn- und Pappelarten, die Esche, Erle, Ulme, Buche u. a. Eine Mittelstellung nehmen verschiedene Nadelhölzer ein (Fichte, Lärche, Wacholder).

Bei den Fettbäumen wird zu Beginn des Frühjahres, etwa Ende Februar, das Fett allmählich in Stärke zurückverwandelt; im April stellt sich sodann ein Stärkemaximum ein. Anfang Mai, wenn die Entfaltung der Knospen im Gange ist, wird die Stärke im Holzkörper zum Teil gelöst und in Traubenzucker (Glukose) verwandelt, der dann in den wasserleitenden Gefäßen und Tracheiden mit dem Transpirationsstrome in die sich entfaltenden Laub- und Blütensprosse gelangt[3].

Bei den Stärkebäumen wird die Stärke gleichfalls Ende April und Anfang Mai gelöst, das Holz wird teilweise entleert. Von Mitte bis Ende Mai stellt sich dann bei Fett- und Stärkebäumen ein Stärke-

[1] Comptes rendus, Bd. 70, 1866.

[2] A. Fischer, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse, Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, 22. Bd., 1890.

[3] Daß die auswandernden Assimilate im Holzkörper diesen Weg einschlagen, habe ich bereits in der 1. Auflage meiner Physiologischen Pflanzenanatomie, 1884, bestimmt ausgesprochen. Später hat A. Fischer die Richtigkeit dieser Ansicht bestätigt.

minimum ein. Doch kommt es, wie schon R. Hartig für die Rotbuche betont hat und A. Fischer bestätigen konnte, keineswegs zu einer vollständigen Auswanderung der Stärke; die Hauptmasse derselben bleibt im Gegenteil im Holzkörper jahrelang aufgespeichert, um nur in Zeiten der Not, nach Spätfrösten, Insektenfraß, oder wie bei der Buche zur Fruchtbildung, verwendet zu werden. — Im Juni beginnt die Wiederfüllung der Speichergewebe des Holzes mit den von den Laubblättern produzierten Assimilaten. Sie dauert bis zum herbstlichen Laubfall.

Was nun die Gewebe des Holzes betrifft, in denen die Aufspeicherung der Reservestoffe erfolgt, so wäre zunächst zu bemerken, daß die mechanischen Elemente des Holzes, die sogenannten Libriformfasern oder Holzfasern, die den Bastzellen ähnlich sind und die Festigkeit des Holzes bedingen, mit der Stoffspeicherung in der Regel nichts zu tun haben. Ihre Wände bestehen aus verholzter Zellulose, ihr Inhalt aus Luft, bisweilen auch aus geschrumpften Plasmaresten.

Bei manchen Hölzern (dem Goldregen, der Gleditschie, dem Zürgel- und Maulbeerbaum u. a.) fand Sanio, daß die innerste Wandschicht der Libriformfasern von eigentümlich »knorpelig-gelatinöser« Beschaffenheit ist und unverholzt bleibt. Wie Leclerc du Sablon und Schellenberg gezeigt haben, besteht diese Schicht aus relativ leicht spaltbaren Hemizellulosen; sie wird erst im Herbst angelegt und im Frühjahr als Reservestoff wiederaufgelöst. Es kommt ihr also dieselbe Bedeutung zu wie der Stärke. Aber auch in ihrem Zellinneren speichern die Libriformfasern bei manchen Bäumen Stärkekörner, in welchem Falle sie selbstverständlich auch lebendes Protoplasma besitzen.

Die wasserleitenden Röhren des Holzes, die Tracheen und Tracheiden, enthalten häufig Traubenzucker (Glukose) in größerer oder geringerer Menge. Im Frühling findet mit der Auflösung der Stärke eine starke Zunahme des Glukosegehaltes statt. Die Wasserleitungsbahnen stellen eben, wie schon oben erwähnt wurde, die wichtigsten Bahnen vor, in denen die Ableitung der Kohlehydrate erfolgt.

Das eigentliche Speichergewebe des Holzes wird von den Markstrahlen und dem Holzparenchym gebildet.

Die Markstrahlen sind bekanntlich den Holzkörper in radialer Richtung durchziehende Gewebestreifen, welche aus dem Holze durch den Kambiumring in die Rinde austreten. Sie können eine oder mehrere Zellreihen breit und hoch sein und bestehen aus lebenden, in radialer Richtung gestreckten Zellen. Diese sind bei den Stärkebäumen im Winter mit Stärke vollgepfropft, bei den Fettbäumen

enthalten sie reichlich fettes Öl. Die Stärkekörner sind ziemlich klein. Bei der Ulme, wo ich sie genauer untersucht habe, sind es meist einfache Stärkekörner von kugeliger, ellipsoidischer oder eiförmiger Gestalt. Ihr größerer Durchmesser beträgt 3—11 μ, der häufigste Wert 6—7 μ; sie sind also ungefähr ebenso groß wie die kleinen Stärkekörner des Weizens oder die Teilkörner des Hafers. Auch zusammengesetzte Körner kommen vor, besonders häufig Zwillingskörner mit länglichen Teilkörnern. — Das Holzparenchym besteht aus längsgestreckt-prismatischen Zellen und ist im Winter gleichfalls stärke- bzw. fettreich. Seine Verteilung im Holzkörper ist stets eine solche, daß es in longitudinaler oder tangentialer Richtung den für die Zu- und Ableitung der Kohlehydrate erforderlichen Anschluß an die Markstrahlen findet. Auch die Verbindung mit den wasserleitenden Röhren ist stets gesichert.

Für die Ausnutzung der Reservestoffe der Markstrahlen und des Holzparenchyms seitens des Verdauungskanals des Menschen und der Tiere kommt als ein sehr wesentlicher, und zwar erschwerender Umstand in Betracht, daß die Zellwände dieser Gewebearten stets verholzt sind. Wir werden später auf diesen wichtigen Punkt ausführlicher zurückkommen.

Will man den Stärkereichtum des Holzes in auffälliger Weise demonstrieren, so braucht man bloß den Querschnitt durch das Splintholz eines Stärkebaumes, z. B. der Ulme, im Winter mit einer Jodlösung zu benetzen. Dunkelschwarzblau heben sich bei Lupenbetrachtung die Markstrahlen und die Holzparenchymbinden vom Libriform und den Gefäßen ab. Noch lehrreicher ist natürlich die mikroskopische Betrachtung. Wer die vom Jod tiefschwarzblau gefärbten Zellinhalte der Markstrahlen und des Holzparenchyms erblickt, der sagt sich sofort, daß in unseren Wäldern enorme Stärkemengen der Aufschließung für die Ernährung des Menschen und seiner Haustiere harren.

Auch der Fettgehalt der Fettbäume erscheint bei mikroskopischer Untersuchung meist sehr groß. So sagt z. B. A. Fischer[1] von einem 25jährigen Aste einer großen Winterlinde, der im Juni untersucht wurde: »Das Holz strotzte von Fett«; daneben war reichlich feinkörnige Stärke vorhanden. Nach Baranetzky[2] »erfüllen in der Linde farblose, glänzende Fetttropfen sämtliche Parenchymzellen des Holzes und der Rinde. Bei der Birke sowie bei einigen Populusarten sind die Gewebe ebenfalls von Fetttropfen erfüllt«.

---

[1] A. a. O. S. 104.

[2] Sitzungsberichte der botanischen Sektion der 7. Versammlung russischer Naturforscher und Ärzte zu Odessa, Bot. Zentralblatt, 18. Bd. 1884, S. 157.

Mit der Wiedergabe bloß subjektiver Eindrücke dürfen wir uns aber natürlich nicht begnügen. Es ist auch auf quantitative Bestimmungen des Stärke-, Fett- und Eiweißgehaltes des Holzes hinzuweisen. Leider läßt uns in dieser Hinsicht die vorhandene Literatur fast vollständig im Stich. Es liegen nur sehr spärliche quantitativ-analytische Angaben vor, was natürlich damit zusammenhängt, daß das Holz bisher nur hin und wieder als Futtermittel Verwendung gefunden hat. Auf pflanzenphysiologischer Seite begnügte man sich meist mit einer schätzungsweisen Bestimmung des relativen Stärke- und Fettgehaltes auf Grund mikroskopischer Beobachtung.

Bevor ich nun die wenigen Daten, die ich in der Literatur auffinden konnte, mitteile, möchte ich über einige Messungen berichten, die ich angestellt habe, um das Volum der Speichergewebe des Holzes im Verhältnis zu dem des mechanischen Gewebes und der Wasserleitungsröhren annäherungsweise zu ermitteln. Derlei Bestimmungen sind meines Wissens bisher nicht durchgeführt worden. Sie liefern in mancher Hinsicht ein genaueres und übersichtlicheres Bild der gegebenen Mengenverhältnisse als die chemischen Analysen, bei denen die Bestimmung der sogenannten »stickstofffreien Extraktstoffe« aus Gründen, die später kurz zu erörtern sein werden, zu unrichtigen Vorstellungen Veranlassung geben können.

Die Messungen wurden in der Weise vorgenommen, daß ich in üblicher Weise mit dem Zeichenapparate die Konturen der verschiedenen Gewebesysteme in einem mit wässeriger Jodlösung behandelten Holzquerschnitt auf Papier aufzeichnete, aus der Zeichnung die einzelnen Partien herausschnitt und sorgfältig abwog. Aus der Kombination mehrerer derartiger Wägungen ergaben sich Mittelwerte.

1. Stamm einer dreizehnjährigen Ulme (*Ulmus campestris*). Der Splint bestand aus 7 Jahresringen; untersucht wurde das Frühholz des 5. Jahresringes von außen. Das Volum des mechanischen Systems betrug 59 Prozent, des Wasserleitungssystems 13 Prozent, der Markstrahlen 22 Prozent, des Holzparenchyms 6 Prozent des Gesamtvolums. Das gesamte, mit Stärke vollgepfropfte Speichergewebe besaß also ein Volum von 28 Prozent des Holzes in der erwähnten Region.

2. Stamm eines zwölfjährigen Spitzahorns (*Acer platanoides*). Untersucht wurde das Frühholz des zweitjüngsten Jahresringes. Das Volum des mechanischen und Wasserleitungssystems betrug 80 Prozent, der Markstrahlen 17 Prozent, des Holzparenchyms 3 Prozent. Das gesamte stärkereiche Speichergewebe besaß also ein Volum von 20 Prozent.

3. Stamm einer elfjährigen Traubenkirsche (*Prunus Padus*). Der Splint bestand aus fünf Jahresringen; untersucht wurde das Frühholz

des dritten Jahresringes. Das Volum der Markstrahlen betrug 21 Prozent. Das Holzparenchym in der Umgebung der Gefäße war so spärlich, daß seine Volumbestimmung innerhalb der Fehlergrenzen fiel.

Ähnliche Zahlenverhältnisse wird wahrscheinlich auch das Holz anderer Stärkebäume aufweisen. Man darf sonach annehmen, daß ungefähr ein Fünftel bis mehr als ein Viertel des Gesamtvolums des Holzes aus stärkehaltigem Speichergewebe besteht.

Was die analytische Bestimmung des Stärke- und Zuckergehaltes des Holzes betrifft, so ist mir in der Literatur nur eine Reihe von Angaben bekannt geworden, die Leclerc du Sablon[1] mitgeteilt hat. Sie beziehen sich auf die Echte Kastanie (*Castanea vesca*) und sind deshalb von besonderem Interesse, weil sie die Kurven des Stärke- und Zuckergehaltes im Laufe eines ganzen Jahres erkennen lassen. Die untersuchten Pflanzen waren alle von gleichem Alter und nebeneinander unter gleichen Verhältnissen kultiviert. Leider gibt Leclerc du Sablon nicht an, wie alt die Bäume waren und ob nur das Holz oder mit diesem auch die Rinde untersucht wurde. Doch scheint letzteres der Fall gewesen zu sein, da der Verfasser immer nur von »la tige« spricht. Außer dem Stamm wurde auch der Reservestoffgehalt der Wurzel bestimmt. Die Angaben beziehen sich auf 100 Teile Trockensubstanz. In nachstehender Tabelle sind die für die Wurzeln ermittelten Werte weggelassen, doch sei bemerkt, daß dieselben fast durchweg etwas höher waren als die für den Stamm ermittelten.

	Zucker (Glukose)	Stärke	Zusammen
11. Januar	4.0	20.7	24.7
16. Februar	4.3	20.4	24.7
28. März	2.7	18.8	21.5
20. Mai	2.3	17.6	19.9
22. Juni	2.1	18.3	20.4
27. Juli	2.6	18.5	21.1
12. September	2.2	23.7	25.9
19. Oktober	2.2	24.2	26.4
22. November	3.2	21.5	24.7
26. Dezember	3.7	19.3	23.0

Aus dieser Tabelle ergibt sich, daß der Stärke- und Zuckergehalt des Stammes sein Maximum im Oktober mit 26.4 Prozent, sein Minimum im Mai mit 19.9 Prozent aufweist. Das sind verhältnismäßig hohe Werte, die mit den oben für das Volum der Speichergewebe er-

[1] Leclerc du Sablon, Sur la variation des réserves hydrocarbonées dans la tige et la racine des plantes ligneuses. Comptes rendus, Bd. 135, 1902. S. 866.

mittelten im ganzen gut übereinstimmen. Sie lehren zugleich, daß die Entleerung des Stammes im Frühjahr zu keiner beträchtlichen Abnahme des Stärkegehaltes führt, was eine Bestätigung der obenerwähnten Angaben R. HARTIGS und A. FISCHERS darstellt. — Ähnliche Resultate ergab die Untersuchung des Stammes des Quitten-, Birn- und Pfirsichbaumes und der Weide.

Was den Fettgehalt der Fettbäume betrifft, so liegt nur eine Angabe von BARANETZKY vor (a. a. O. S. 158), wonach bei der Linde in Rinde und Holz der Zweige zusammen 9—10 Prozent fettes Öl, bezogen auf die Trockensubstanz, enthalten sind.

Da Sägemehl hier und da als Futtermittel verwendet wird, haben DIETRICH und KÖNIG in ihr bekanntes Werk »Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel«[1] auch einige hierauf bezügliche Angaben aufgenommen. Vollständige Analysen liegen nur für das Holz der Buche und der Birke vor. Die Trockensubstanz enthielt:

Holzart	Stickstoffhaltige Substanz	Rohfett	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
Buche (rein)	2.40	0.59	23.22	72.49	1.30
Buche (präpariert)[2]	1.42	0.53	22.05	74.08	1.42
Birke	2.04	3.29	40.34	49.96	4.37

Wenn, wie anzunehmen ist, die »stickstofffreien Extraktstoffe« des Buchenholzes hauptsächlich aus Stärke bestehen, so stimmen die oben angegebenen Werte, 23.22 und 22.05 Prozent, gut mit den LECLERC DU SABLONschen Zahlen überein. Auffallend ist, daß für die Birke, die ein Fettbaum ist, nur 3.29 Prozent Rohfett, dagegen 40.34 Prozent stickstofffreie Extraktstoffe gefunden wurden. Daraus ist zu folgern, daß die zur Untersuchung benutzten Birken im Frühjahr gefällt wurden, als die Hauptmasse ihres fetten Öles bereits in Stärke umgewandelt war. Anderseits ist die Prozentzahl für die stickstofffreien Extraktstoffe so hoch (40.34 Prozent), daß sie sich unmöglich nur auf Stärke beziehen kann. Zweifelsohne sind im Laufe der Analyse aus den Zellwänden des Holzes gewisse Substanzen (vielleicht Hemizellulosen, Pentosane) herausgelöst und zur Stärke hinzuaddiert worden[3]. Das lehrt auch der relativ niedrige Gehalt an »Rohfaser«

[1] II. Aufl. I. Bd. S. 265 und II. Bd. S. 952.

[2] Nach dem WENDENBURGschen patentierten Verfahren.

[3] Behandelt man Querschnitte durch Birkenholz mit wässeriger Jod-Jodkaliumlösung und Schwefelsäure, so färben sich die aufquellenden Wände der Libriformfasern überraschenderweise schön blau, geben also die Zellulosereaktion. Bei Behandlung mit Phlorogluzin und Salzsäure färben sich die Libriformzellwände ziemlich langsam blaßkirschrot, sie sind also nur relativ schwach verholzt.

(49.96 Prozent). Man sieht daraus, mit welcher Vorsicht derartige analytische Resultate zu benutzen sind. Jedenfalls geht aber aus ihnen hervor, daß Buchen- und namentlich Birkenholz (letzteres im Frühjahr) relativ reich an stickstofffreien Extraktstoffen sind, von denen zweifellos ein beträchtlicher Teil aus Stärke besteht.

Gering ist der Gehalt des Holzes an Eiweißsubstanzen. Er dürfte zwischen 1—2.5 Prozent der Trockensubstanz schwanken und in erster Linie auf dem Eiweißgehalt des Protoplasmas der Markstrahlen- und Holzparenchymzellen beruhen. Es ist bisher wenigstens nicht festgestellt worden, ob ein Teil der stickstoffhaltigen Assimilate gleich den Kohlehydraten in das Speichergewebe des Holzes einwandert. Jedenfalls könnte es sich nur um geringe Mengen handeln. Die Hauptmenge der Eiweißstoffe wird im Herbst und Winter in der sekundären Rinde, in den Siebröhren und ihren Geleitzellen sowie im Kambiform gespeichert. Auch das Kambium enthält reichlich Eiweißstoffe. Nach den Angaben J. von Schröders[1] über den Stickstoffgehalt der Stammrinde der Rotbuche berechnet sich ihr Eiweißgehalt auf 3.1—3.8 Prozent. Man könnte sonach auch an die Verwendung der lebenden Rinde für Nahrungszwecke denken, doch verbietet sich dies, soweit es sich um die Ernährung des Menschen handelt, durch den so häufigen Gehalt der Rinde an Gerbstoffen. Als Futtermittel sind aber jüngere Äste und Zweige mit ihren Rinden tatsächlich schon, und zwar mit Erfolg verwendet worden[2].

[1] Forstchemische und pflanzenphysiologische Untersuchungen I. Heft, Dresden 1878.

[2] Während des Druckes dieser Mitteilung wurde ich von den HH. Zuntz und Wittmack in dankenswerter Weise auf Versuche aufmerksam gemacht, die vor 25 Jahren von Ramann und von Jena-Cöthen über Reisigfütterung angestellt worden sind. Die Verfasser haben ihre Erfahrungen in einem Schriftchen »Holzfütterung und Reisigfütterung«, Berlin 1891, niedergelegt. Zunächst muß dazu bemerkt werden, daß Holz und Reisig keine Pflanzenteile sind, die man einander so entgegenstellen kann, wie dies die Verfasser tun. »Reisig« mit Ästen und Zweigen von 1—3 cm Durchmesser besteht doch hauptsächlich aus Holz und nicht aus Rinde. Wenn sie demnach unter Holz nur das »Altholz« der Stämme verstehen, zu dem vor allem das Kernholz gehört, und dann darauf hinweisen, daß die Fütterungsversuche damit mißlungen seien, so war dieses Ergebnis natürlich vorauszusehen. Für Winterreisig (Trockensubstanz) hat Ramann folgende prozentische Zusammensetzung ermittelt:

Baumart	Rohprotein	Harze und Fette	Stickstofffreie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche und Sand
Buche	5.56	1.38	50.29	40.70	2.08
Birke	6.11	4.75	50.75	36.41	1.96

Der relativ hohe Eiweißgehalt beruht natürlich darauf, daß auch die lebende Rinde analysiert wurde. Die Aufschließung des Reisigs haben die Verfasser durch Zerkleinerung und Quetschung, ferner auch auf chemischem Wege, durch »Vereinigung

II.

Die Verdauung der Reservestoffe des Holzes seitens des Menschen und seiner Haustiere ist nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich, die mit dem Verhalten der verholzten Zellwände bei der Verdauung zusammenhängen. Denn nur wenn die Verdauungsfermente direkt an die Zellinhalte herantreten können, werden diese gelöst und aufgenommen.

Die Frage, ob der Mensch die pflanzlichen Zellwände zu verdauen imstande sei, ist schon sehr oft eingehend behandelt worden. Die Ergebnisse waren sehr widerspruchsvoll, was zum großen Teile damit zusammenhängt, daß die verschiedene chemische Beschaffenheit der Zellwände nicht immer gebührend berücksichtigt wurde. Bestehen die Zellwände aus relativ reiner Zellulose und sind sie zart und dünn, wie das z. B. bei jungem Gemüse der Fall ist, so lassen sich nach den Untersuchungen von v. Knierim bis zu 40 Prozent der aufgenommenen Zellulose im Kot nicht mehr nachweisen. Ich selbst habe seinerzeit nach dem Genuß gekochten Gemüses (Spinat) im Kot bei mikroskopischer Untersuchung nur die verholzten Verdickungsfasern der Spiralgefäße auffinden können. Dagegen sind dickere Zellwände auch dann, wenn sie aus relativ reiner Zellulose bestehen, den Verdauungssäften des Menschen gegenüber sehr widerstandsfähig. Von Rathay, Rubner und Donders wurde gezeigt, daß die ziemlich dicken Zellwände der sogenannten Kleberschicht des Weizens und Roggens den Verdauungskanal des Menschen nahezu unversehrt passieren, so daß der eiweißreiche Inhalt der Kleberzellen nicht verdaut werden kann. Dies ist, wie Rubner fand, nur dann der Fall, wenn die Zellwände mechanisch verletzt, zerrissen sind. Aus diesem Grunde wird neuerdings von verschiedenen Physiologen und Hygienikern mit Nach-

---

eines Maischverfahrens mit dem der Brühfutterbereitung«, vorgenommen. Die Fütterungsversuche haben recht günstige Resultate geliefert. — Drei Jahre danach ist im Journal für Landwirtschaft (41. Jahrg. 1893) eine Arbeit »Über die Verdaulichkeit von Reisigfutterstoffen« von Günther, Heinemann, Lindsay und Lehmann erschienen, worin der ansehnliche Nährwert des Reisigs, der teilweise dem des Heues gleichkommt, bestätigt wird. Der Verdauungskoeffizient der Trockensubstanz (bei Fütterungsversuchen mit Hammeln) war allerdings relativ niedrig; er betrug für Pappelreisig 42.0 Prozent, für Buchenreisig 11.5 Prozent, für Akazienreisig 36.0 Prozent. Es wurde aber nur grob zerkleinerter Reisighäcksel verfüttert. — Bei einem von Ramm in Poppelsdorf ausgeführten Fütterungsversuch (Landw. Jahrbücher, 21. Bd., 1892) hat sich »die Fütterung von Buchenreisig an Milchkühe als durchführbar erwiesen«. Sehr günstig hat sich auch von Salisch in einem Vortrage in der 52. Generalversammlung des Schlesischen Forstvereins 1894 über die Ergebnisse der Reisigfütterung ausgesprochen. Wenn dieselbe allmählich wieder in Vergessenheit geraten ist, so beruht dies zum Teil wohl darauf, daß das Reisig viel zu wenig zerkleinert, geschweige denn vermahlen wurde, weshalb seine Ausnützung bei der Verdauung eine zu mangelhafte war.

druck betont, daß für eine möglichst vollständige Verdauung und Ausnutzung des Inhalts der Pflanzenzellen eine weitgehende Zertrümmerung und Zerreißung der Zellwände von größter Wichtigkeit ist.

Wenn dies schon für Zellen und Gewebe gilt, deren Wände aus reiner Zellulose bestehen, so hat dies in noch höherem Maße für Zellen mit verholzten Wänden Geltung. Die Verholzung der Zellmembranen beruht auf der Einlagerung verschiedener Stoffe, so des Xylans oder Holzgummis, ferner der Ligninsäuren und jener in verhältnismäßig geringer Menge auftretenden Verbindungen, welche die verschiedenen Farbenreaktionen der verholzten Zellwände bedingen. Alle diese zum Teil noch nicht näher bekannten Stoffe hat man früher zusammen als »Holzsubstanz« oder »Lignin« bezeichnet. — Durch die Verholzung werden die Zellwände in chemischer Hinsicht sehr widerstandsfähig. Wir werden später hören, daß stärker verholzte Zellmembranen nicht einmal vom Rinde verdaut werden können. Die Verdauungssäfte des Menschen sind noch viel weniger imstande sie anzugreifen. Wenn also die Reservestoffe des Holzes, die in den Markstrahlen und im Holzparenchym gespeichert sind, seitens des Menschen verdaut werden sollen, so ist dies nur möglich, wenn alle Zellwände zerrissen werden und das Holz zu feinstem Mehl pulverisiert wird. Jede Markstrahl- oder Holzparenchymzelle, deren Wandungen unversehrt sind, ist für unsere Ernährung völlig wertlos.

Gehen wir nun zu den Haustieren über, so ist zunächst zu bemerken, daß die Angaben über die Verdaulichkeit der Zellulose, der »Rohfaser« sehr stark schwanken. Beim Rind verschwinden im Darmkanal 30—70 Prozent, beim Schaf etwa 50 Prozent, beim Pferd 30—40 Prozent der aufgenommenen Zellulose[1]. Am energischsten wird die Zellulose von den Wiederkäuern verdaut, was nach den Untersuchungen von Popoff, Zuntz, Tappeiner u. a. auf der Mitwirkung von Bakterien beruht, die namentlich im Pansen durch Sumpfgasgärung die Zellulose auflösen oder besser gesagt zersetzen. So finden die Verdauungssäfte einen direkten Zugang zum Inhalt der Zellen.

Bei all diesen sehr verdienstlichen und wichtigen Untersuchungen ist aber meines Erachtens auf die chemische Beschaffenheit der Zellwände zu wenig Rücksicht genommen worden. Es bleibt ungewiß, ob außer reiner Zellulose auch verholzte Zellwände, sei es ganz oder teilweise, gelöst werden können. Eine genaue Beantwortung dieser

[1] Vgl. W. Biedermann in Wintersteins Handbuch der vergleichenden Physiologie, II. Bd. 1. Hälfte 1911, S. 1315.

Frage ist nur auf Grund sorgfältiger mikroskopischer Untersuchung der in den Exkrementen enthaltenen Pflanzenreste möglich. Ich habe deshalb vor kurzem eine solche Untersuchung vorgenommen und möchte in nachstehendem kurz über das Ergebnis berichten.

Aus den Exkrementen eines mit zerkleinertem Roggenstroh gefütterten Pferdes wurden Häckselstückchen mit der Pinzette herausgenommen, in Wasser ausgewaschen und auf Querschnitten mikroskopisch untersucht. Zwischen den Bastrippen des Roggenhalmes, die von dem Bastringe bis zur Epidermis reichen, befinden sich parenchymatische Rindenzellen, die im lebenden Zustande Chlorophyll enthalten. Diese Parenchymstreifen mit ihren aus relativ reiner Zellulose bestehenden Zellwänden waren in den Halmstückchen, die den Verdauungskanal des Pferdes passiert hatten, vollkommen bis auf die letzten Reste herausgelöst worden. An Stelle der Parenchymstreifen waren nur leere Kanäle vorhanden, die außen von der unversehrten Epidermis, innen vom Bastringe, zu beiden Seiten von den Bastrippen begrenzt waren. Auch die Leptomteile der Gefäßbündel mit ihren Siebröhren, die den Bastrippen opponiert sind, waren glatt verdaut.

Die Bastzellen des Roggenhalmes bestehen nicht aus reiner Zellulose, färben sich aber mit Ausnahme der innenseitigen Bastbelege der Gefäßbündel mit Phlorogluzin und Salzsäure nicht rot, wie verholzte Membranen, sondern intensiv goldgelb. Von Jod-Jodkaliumlösung und Schwefelsäure werden sie blau gefärbt, geben also die Zellulosereaktion. Dasselbe Verhalten zeigen die Bastzellen in den Häckselstückchen der Exkremente. Auf Querschnitten lassen sich an den Wänden keine Korrosionserscheinungen wahrnehmen. Dagegen zeigen die Wände von Bastzellen, die vereinzelt über die Querschnittsflächen der Häckselstückchen vorragen, eine zarte schräge Streifung, was darauf hindeutet, daß zwischen den resistenteren Lamellen oder Fibrillen der Zellwand eine weniger resistente Kittsubstanz von den Verdauungssäften ganz oder teilweise aufgelöst wurde.

Die großen Parenchymzellen auf der Innenseite des Bastringes sind schwach verholzt. Obgleich die Wände dünn sind, werden sie nicht aufgelöst. Auch die Rotfärbung mit Phlorogluzin und Salzsäure tritt ein. Bloß die Wände der äußersten Zellschicht, die mit den Verdauungssäften in unmittelbare Berührung kam, zeigen wie die Bastzellwände eine zarte Streifung, auch sind sie merklich dünner geworden. — Die stark verholzten Verdickungsfasern der Gefäße zeigen keine Veränderung.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, daß vom Pferde Zellwände aus reiner Zellulose leicht und vollständig verdaut werden; chemisch veränderte Zellulose, wie sie in den Bastzellwänden vorliegt, ferner schwach

verholzte Wände zeigen nur geringfügige Korrosionserscheinungen; stark verholzte Wände werden nicht angegriffen.

Das Rind (eine Milchkuh), dessen Exkremente ich untersuchte, war mit Rüben, Kleie, »Torfmelasse« und zerkleinertem Roggen- und Haferstroh gefüttert worden. Wieder sind in den Häckselstückchen die Parenchymstreifen zwischen den Bastrippen und die Leptomteile der Gefäßbündel vollkommen aufgelöst. Die Bastzellwände zeigen aber viel weitergehende Korrosionen als in den Exkrementen des Pferdes. Die Innenkontur der Zellwände erscheint auf dem Querschnitte oft feingekerbt, es treten häufig radiale Korrosionskanäle auf, und stellenweise kommt es zu einer sehr starken Korrosion der innersten Verdickungsschichten, von denen nur unregelmäßige kleine Schollen erhalten bleiben. Die schwach verholzten Zellwände der großen Parenchymzellen auf der Innenseite des Bastringes werden anscheinend gar nicht oder nur schwach angegriffen; das gleiche gilt für die Verdickungsleisten der Gefäße. Alle verholzten Wandungen zeigen nach wie vor Rotfärbung mit Phlorogluzin und Salzsäure.

Aus dem Mitgeteilten geht bestimmt hervor, daß im Verdauungskanale des Pferdes und des Rindes nur relativ reine Zellulose vollständig verdaut wird, während verholzte Zellwände unversehrt bleiben oder nur schwache Korrosionserscheinungen zeigen.

Ziehen wir aus diesen Beobachtungsresultaten die entsprechende Folgerung, so ergibt sich, daß auch fürs Pferd und Rind eine Aufschließung der in den Speichergeweben des Holzes enthaltenen Reservestoffe nur durch eine möglichst weitgehende Vermahlung, durch eine Zerreißung und Zertrümmerung der Zellwände ermöglicht wird. Nur in diesem Falle kann Holz als Futtermittel ausgenützt werden[1].

III.

Mit dem Hinweise, daß im lebenden Holz der Bäume mehr oder minder reichlich Reservestoffe vorkommen, die auch für den Menschen und seine Haustiere einen bestimmten Nährwert besitzen, mit den Angaben über die Mengenverhältnisse dieser Stoffe und mit dem Nachweise, daß dieselben nur ausgenützt werden, wenn die Verdauungssäfte unmittelbar an sie herantreten können — mit diesen Feststellungen ist die Aufgabe des Pflanzenphysiologen in dieser Frage der Hauptsache nach gelöst.

---

[1] Aus diesem Grunde sind natürlich alle bisherigen Fütterungsversuche mit Sägespähnen und Reisighäcksel nicht beweisend.

Die Übertragung der theoretischen Ausführungen in die Praxis kann nicht allzu großen Schwierigkeiten begegnen. Bevor ich hierauf noch mit einigen Worten eingehe, möge auf die richtige Auswahl der zu Ernährungszwecken geeigneten Holzarten hingewiesen werden. Nicht alle Hölzer sind dazu tauglich. Vor allem scheiden jene Bäume aus, deren Holz einen zu unangenehmen Geschmack besitzt oder gesundheitsschädigend wirken könnte. So ist Eichen- und Weidenholz wohl zu gerbstoffreich, das Holz der Fichten, Tannen und Kiefern kommt wegen seines Harzgehaltes nicht in Betracht. Anderseits müssen die mechanischen Eigenschaften des Holzes eine weitgehende Pulverisierung gestatten. Ahorn-, Pappel-, Ulmen-, Linden- und Birkenholz dürfte für die Ernährung des Menschen und seiner Haustiere am tauglichsten sein. Selbstverständlich werden neue chemisch-analytische Untersuchungen und Verdauungsversuche den Nährwert der verschiedenen Holzarten und ihre Verdaulichkeit festzustellen haben. Auch die mikroskopische Untersuchung der Exkremente nach Holzgenuß wird sicher wertvolle Winke geben.

Was den Zeitpunkt des Fällens der Bäume betrifft, deren Holz in Stämmen, Ästen und Zweigen zu Ernährungszwecken verwendet werden soll, so ist nach dem Mitgeteilten klar, daß der Spätherbst und der Winter dazu die geeignetsten Jahreszeiten sind. Auch im ersten Frühjahr ist das Holz noch reich an Reservestoffen; in den Fettbäumen tritt dann an Stelle des fetten Öles Stärke auf. Im Mai ist das Holz teilweise entleert, am meisten in den jüngeren Ästen und Zweigen. Wo es sich also um die Einbringung von Reisig zur Viehfütterung handelt, wird man sich im Frühjahr damit beeilen müssen. Ein Gebot der Vorsicht wird es ferner sein, das Holz, beziehungsweise das Reisig so rasch als möglich zu trocknen, damit nicht durch die Fortdauer der Atmung in den lebenden Speichergeweben ein gewisser Substanzverlust eintrete.

Eine besonders wichtige Aufgabe fällt in dieser Frage der mechanischen Technologie zu, welche das zweckentsprechendste Verfahren zu möglichst weitgehender Pulverisierung, Vermahlung des Holzes und Reisigs ausfindig machen wird. Denn davon hängt ja, wie wir gesehen haben, die Ausnutzung des Holzes bei der Verdauung in erster Linie ab.

Niemand wird daran denken, Brot ausschließlich aus Holzmehl zu bereiten. Das würde eine Überladung des Magens und Darmes mit unverdaulichem Ballast bedeuten. Man wird dem Holzmehle immer auch Weizen- und Roggenmehl, vielleicht auch Kartoffelmehl in größerer oder geringerer Menge zusetzen. Das richtige Mengenverhältnis festzustellen und ein geeignetes Backverfahren ausfindig zu machen, wird Sache der chemischen Technologie sein.

In dieser Hinsicht ist vor fast genau hundert Jahren durch einen deutschen Gelehrten, J. H. F. von Autenrieth, Kanzler der Universität Tübingen, in trefflicher, umsichtiger Weise vorgearbeitet worden[1]. In den Hungerjahren 1816/17 stellte Autenrieth Versuche an, »aus Holzfaser ein Nahrungsmittel zu gewinnen«; die Ergebnisse dieser Versuche teilte er in einem Schriftchen mit, das unter dem Titel »Gründliche Anleitung zur Brotzubereitung aus Holz« im Jahre 1816 (oder 1817) in erster und 1834 aus Anlaß der damals in Rußland herrschenden Hungersnot in zweiter Auflage erschienen ist. Ein von Prof. Friedländer verfaßtes Referat über die zweite Auflage findet sich in den »Dorpater Jahrbüchern für Literatur, Statistik und Kunst«, III. Bd. 1834, S. 212. Ich entnehme dieser Besprechung folgendes:

Autenrieth geht von der Annahme aus, daß das reine Holz einen dem Stärkemehl des Getreides ähnlichen Stoff enthalte, »der erhärtet ist, jedoch Nahrung gewährt, sobald er in einen Zustand gebracht wird, daß er im Magen aufgelöst werden kann«. Zu diesem Zweck wird Birkenholz von der Rinde befreit, in ungefähr daumendicke Scheiben zersägt, auf einer Stampfmühle bis zur Holzspreu verkleinert und durch Ausspülen oder Auskochen mit Wasser vom Holzsafte befreit. Dann wird das Holz in der Sonne oder im Backofen, auf Malz- oder Obstdarren getrocknet und so fein zermahlen, bis es ganz pulverig geworden und nicht etwa bloß in feine Fäserchen zerteilt ist. »Durch wiederholte Anwendung der Ofenhitze wird es nicht nur tauglicher zum Vermahlen, sondern erleidet wahrscheinlich auch eine innere Veränderung, die es verdaulicher macht. Zu diesem Zweck wird das rohe Mehl mit Wasser, zu dem man etwas Schleimgebendes (wie eine Abkochung von Leinsamen oder Malvenkraut, von den zarten Zweigen des Lindenbaumes oder der Althäawurzel) zusetzt, zu flachen Kuchen von der Größe einer Mannesfaust geknetet und gelinde gebacken, bis die Kuchen ganz dünn und äußerlich bräunlichgelb sind und nun von neuem vermahlen. Obwohl das Holz dann alle äußeren Eigenschaften des Getreidemehls, den Geruch, den mehligen Geschmack und das mehlige Anfühlen erhält und nur durch eine gelbliche statt der weißen Farbe vom Getreidemehle sich unterscheidet, so wird es doch erst recht genießbar, wenn es in Beuteln, wie sie zum weißen Getreidemehl gebraucht werden, gebeutelt wird. Je feiner das Beuteltuch, desto besser werden die Speisen und das Brot, das aus dem Holzmehl bereitet wird. Durch Sauerteig in Gärung gesetzt, gibt es ein vollkommeneres, gleichförmiges und löchriges Brot als das ge-

---

[1] Ich wurde darauf erst vor einigen Tagen von Hrn. Prof. Zuntz aufmerksam gemacht, dem ich dafür auch an dieser Stelle bestens danke.

wöhnliche braune Hausbrot, ist verdaulich und hat einen besseren Brotgeschmack als das in Zeiten der Not aus Kleie oder Kleie und Nachmehl gebackene.«

»Das Holzmehl kann als Brei oder Brot benutzt werden, wird in der letzteren Form sehr verbessert durch einen mäßigen Zusatz von Getreidemehl und kann daher, besonders wo nur Teuerung, nicht völliger Mangel, vorhanden ist, den unzureichenden Vorrat längere Zeit hindurch dienen machen[1]. Auch als Suppe mit Butter geschmelzt, in Breiform, und zwar aus ungewaschenem Holz, in Pfannkuchenform ist das Holzmehl nicht nur vom Verfasser, sondern auch von dessen Familie und einigen anderen Personen, zum Teil in reichlichem Maße, genossen worden, ohne daß daraus eine Beschwerde entstanden wäre. Zur Ernährung von Hunden und zur Mast von Schweinen hat der Verfasser das Holzmehl ebenfalls erfolgreich angewandt.«

Ich habe diese Angaben deshalb ausführlicher mitgeteilt, weil sie, soweit ich beurteilen kann, bereits die Richtlinien aufweisen, die zu dem zweckmäßigsten Backverfahren führen. Interessant ist, daß Authenrieth, ohne eine wissenschaftiche Begründung geben zu können, bereits so entschieden für eine möglichst weitgehende Vermahlung des Holzes eingetreten ist. Sehr bemerkenswert ist ferner, daß er Birkenholz verwendet hat, dessen relativ geringe Verholzung oben hervorgehoben wurde. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß aus den verdickten Zellwänden dieses Holzes wenigstens im Verdauungskanal der Wiederkäuer eine beträchtliche Substanzmenge herausgelöst wird. Ob das Autenriethsche Verfahren des Röstens die Zellwände des Birkenholzes auch für die menschliche Verdauung teilweise aufschließt, müssen spätere Versuche lehren. —

Möge diese Mitteilung dazu anregen, daß nun in energischerer Weise als bisher, mit den Mitteln der modernen Technik, an die Erschließung eines Nahrungsspeichers gegangen wird, der sich in unseren Wäldern allmählich so reich gefüllt hat. Für die Volksernährung in Krieg und Frieden können daraus vielleicht unübersehbare Vorteile erwachsen.

---

[1] In meiner Küche wurde vor kurzem aus gleichen Teilen Roggen- und Weizenmehl (50 und 25 g) und grobem Birkenholzmehl (gleichfalls 75 g) mit etwas Milch und Hefe ein lockeres Brot hergestellt, das mir und anderen gut mundete. Es schmeckte nur wenig nach Holz und hatte einen schwach bitteren Nachgeschmack.

Über die Alveolarbäumchen und die Löcher in den Alveolenscheidewänden der Säugetierlungen.

Von F. E. Schulze.

(Vorgetragen am 25. Februar 1915 [s. oben S. 221].)

Hierzu Taf. II.

Zwischen meiner Auffassung des respiratorischen Teiles der Säugetierlungen, wie ich sie zuletzt im Jahre 1906 in den Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. zu Berlin S. 225—243 dargelegt habe, und den Ansichten William Snow Millers zu Wisconsin in Amerika, welche von ihm unlängst wieder im Journal of Morphology Dezember 1913, Bd. 24 S. 459—478 eingehend entwickelt und illustriert sind, bestehen einige Differenzen. Zwei Punkte sind es hauptsächlich, in welchen unsere Ansichten auseinandergehen, nämlich einerseits der Bau und die Gliederung des mit Alveolen besetzten Gangsystems, speziell das Vorhandensein oder Fehlen eines besonderen typischen, zwischen dem Ende eines ductulus respiratorius und den in diesen einmündenden sacculi alveolares eingeschobenen und von beiden scharf abgesetzten (von Miller als »Atrium« bezeichneten) »kugelförmigen Hohlraumes«; und andrerseits die Frage, ob in der Wand, welche benachbarte Alveolen ein und desselben sacculus oder ductulus respiratorius scheidet, normalerweise Löcher vorkommen oder nicht.

Dieser Umstand hat mich veranlaßt, mich neuerdings wieder mit dem Studium der Alveolarbäumchen bei möglichst vielen Säugetieren zu beschäftigen und dabei außer den früher benutzten Untersuchungsmethoden noch andere und speziell auch die von W. S. Miller besonders empfohlenen anzuwenden. Miller sucht die von seinen eigenen abweichenden Resultate anderer Forscher aus der Differenz der angewandten Untersuchungsmethoden zu erklären. Er schreibt a. a. O. S. 466: »It has seemed to me, as I have read the papers of those investigators who have failed to recognize the presence of the atrium, that failure to recognize it is due to one of three causes: study of

single sections; use of corrosion præparations; over distention. This last cause has made me trouble in times past. It was not until I learned to fix the lung in situ, that is, in the unopened thorax, that I obtained uniform results. Removal of the lungs from the thorax and filling them with the fixing fluid can so stretch and distort the atria that they may be mistaken for ductuli alveolares.«

Gewiß ist zuzugeben, daß Mikrotomschnitte allein nicht ausreichen, um eine sichere Vorstellung von der Gestalt und dem Bau der speziell mit der Respirationsfunktion betrauten Lufträume zu geben. Vielmehr wird immer das Studium ihrer dreidimensionalen Verzweigung im Raum hinzukommen müssen. Hierzu nützen schon Füllungen vereinzelter Alveolarbäumchen mit einem flüssigen Medium, welches ein wesentlich anderes Lichtbrechungsvermögen besitzt als das, welches die übrigen benachbarten Alveolarbäumchen erfüllt; z. B. Luft in einzelnen Bäumchen, während alle übrigen mit Wasser oder Alkohol gefüllt sind. Gelegentlich kommen derartige Erscheinungen zufällig bei Füllungen der ganzen Lufträume mit Wasser oder Alkohol vor, welche für einige Verhältnisse schon ziemlich instruktive Bilder liefern. In der Regel aber hat man Füllung der Lufträume mit gefärbten festen Massen, wie Wachs, Paraffin, Gelatine usw., oder aber mit dünnflüssigem Metall, also entweder mit Quecksilber oder besser mit der bei 70° C nach flüssigen Woodschen Metallegierung angewandt. Der große Vorteil dieser letzteren Methode, welche ich bisher mit Vorliebe benutzt habe, liegt darin, daß diese Metallausgüsse von allen Seiten bei verschiedenen Vergrößerungen und besonders auch bei Anwendung stereoskopischer Betrachtung (bzw. nach Herstellung von gewöhnlichen oder besser noch diaphanen Stereogrammen) studiert und jedem Beurteiler zugängig gemacht werden können. Derartige Füllungen lassen sich sowohl an den noch im Thorax befindlichen als auch an herausgenommenen Lungen vornehmen.

Miller erhebt nun sowohl gegen das Füllen der Lufträume mit flüssigen oder festen Massen überhaupt, als speziell auch gegen die Injektion von Lungen, welche aus dem Thorax entfernt waren, Bedenken. Er glaubt, daß durch die starke Ausdehnung der Wand der respiratorischen Räume, zumal bei den aus dem Thorax entfernten Lungen, die Teile nicht in ihrer natürlichen Form erhalten bleiben, und daß besonders seine so viel umstrittenen »Atrien« in einer Weise gestreckt und verzerrt (»stretched and distorted«) würden, daß sie fälschlich für ductuli alveolares gehalten werden könnten.

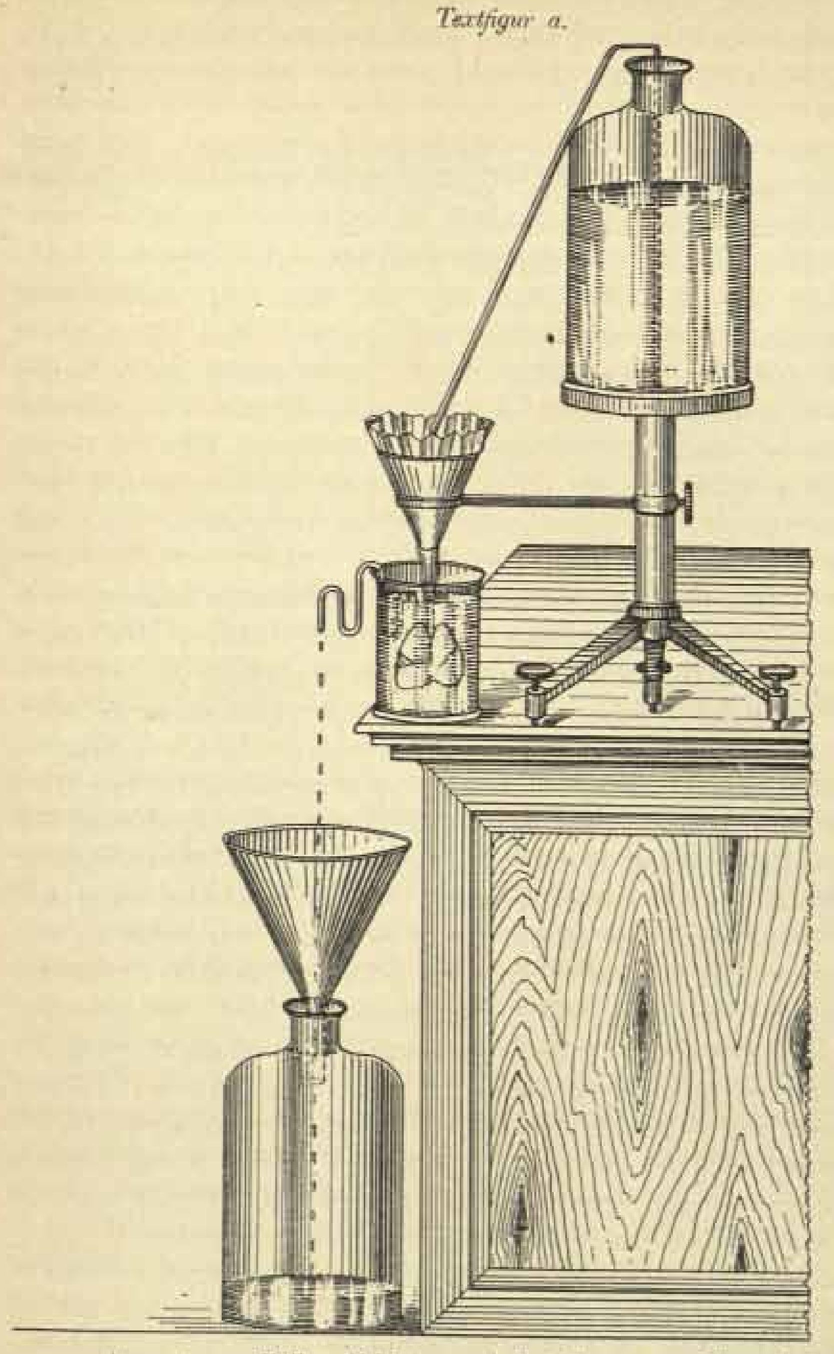
Nun ist jedoch zu berücksichtigen, daß bei einem toten Tier die noch vom Thorax umschlossene Lunge sich im Zustande der Exspiration befindet, also mehr kollabiert ist als im Inspirationszustand

und somit für die Erkenntnis der Figuration der betreffenden Teile nicht besonders günstig sein kann. Dem Inspirationszustande dürfte vielmehr eine herausgenommene und schwach aufgetriebene Lunge besser entsprechen, als die noch im Thorax befindliche. Ich habe daher bei meinen bisherigen Untersuchungen der Lunge nach sorgfältiger Herausnahme (wobei sie in der Regel zunächst mehr oder minder kollabiert) in einer gleich näher zu beschreibenden Weise unter ganz schwachem Druck mit einer härtenden Flüssigkeit (meist Alkohol von 60%) so gefüllt, daß etwa ein normaler Inspirationszustand hinsichtlich des Volumens erreicht wurde. Daß dies letztere in der Tat der Fall war, habe ich durch direktes Ausmessen des Volumens der in dieser Weise entfalteten freien und der noch im Thorax befindlichen, in den Inspirationszustand versetzten Lunge feststellen können. Übrigens betrug die Höhe der zur ersten Fixierung dienenden Alkoholsäule nur 10—15 cm, entsprach also etwa dem Druck einer Quecksilbersäule von etwa 5 mm Höhe; wodurch der dilatierenden Wirkung der Inspirationsmuskulatur ungefähr entsprochen sein dürfte. Um diesen Druck gleichmässig längere Zeit hindurch, also etwa 2—3 Tage lang, ununterbrochen andauern zu lassen, bediente ich mich der in der Textfigur a hier bildlich dargestellten einfachen Vorrichtung.

Eine etwa 10 l haltende Flasche wurde in 50 cm Höhe über der Tischfläche so aufgestellt, daß der in ihr befindliche Spiritus durch ein spitzwinklig gebogenes enges Glasrohr mit ziemlich spitz ausgezogenem unteren Ende tagelang in feinem Strahl gleichmäßig abfließen konnte. Dieser Strahl wurde von einem mit Papierfilter ausgekleideten Glastrichter aufgefangen. An die kurze untere Ausgangsröhre dieses etwa 10 cm breiten Trichters war die dicht über der Lunge abgeschnittene Trachea angebunden. Die Lunge selbst hing frei in einem Becherglase und füllte sich allmählich mit dem 60%-Spiritus. Der durch die Pleura nach und nach durchsickernde Spiritus erfüllte nach einiger Zeit das Becherglas bis in die Nähe seines oberen Randes, wurde aber am Überlaufen durch einen kleinen, mehrmals gebogenen Glasröhrenheber gehindert, durch welchen der Spiritus in eine auf dem Boden stehende große Glasflasche mit einem großen Trichter aufgefangen wurde.

War die Lunge auf diese Weise ganz mit Spiritus von 60% erfüllt und alle Luft verdrängt, so wurde die obere große Flasche mit stärkerem Spiritus (93 Prozent) und schließlich mit Alcohol absolutus gefüllt. Darauf wurde ein Gemisch von Xylol und Alcohol absolutus und endlich reines Xylol mit demselben Apparat in gleicher Weise durch die Lunge getrieben.

Textfigur a.



Apparat zum Füllen, Erhärten und Entwässern von Säugetierlungen.

Die so vollständig entwässerte (mit Xylol gefüllte) Lunge kam darauf in den Wärmekasten, wo das Xylol mittelst einer ähnlichen, aber weit einfacheren Vorrichtung, die im wesentlichen nur aus einem breiten, in die Trachea eingebundenen Glastrichter bestand, zunächst

durch ein Gemisch von Paraffin und Xylol und schließlich durch reines Paraffin ersetzt wurde. Die so erhaltenen Paraffinblöcke können dann in beliebiger Richtung in Schnitte bzw. Schnittserien zerlegt werden.

Schwerlich wird man einer so behandelten Lunge, bzw. speziell ihren respiratorischen Teilen, den Vorwurf einer allzu großen, unnatürlichen Ausdehnung machen können.

Trotzdem habe ich, um Millers Forderung gerecht zu werden, auch Lungen, welche noch vollständig vom Brustkorb umschlossen waren, in gleicher Weise behandelt. Das Ergebnis war, wie sich erwarten ließ, daß die ganzen Lungen und speziell die respiratorischen Partien etwas kollabiert waren, etwa entsprechend dem Exspirationszustande, wie er nach dem Tode eintritt. Besonders die Alveolen hoben sich weniger deutlich ab, und glichen mehr den Bildern, welche von Miller selbst seinem Aufsatze im Journal of Morphology 1913 auf Plate 3 und 4 beigegeben sind.

Etwas anders liegt die Sache bei meinen Metallfüllungen, deren Technik ich bereits 1906 in meinen »Beiträgen zur Anatomie der Säugetierlungen«[1] und ausführlicher in meiner Mitteilung »Über die Luftsäcke der Vögel«[2] geschildert habe. Hierbei können wohl durch die Schwere der Metallmasse, den starken Injektionsdruck und die bekannte Neigung flüssiger Metallmassen sich am Ende kugelig abzurunden, Irrtümer entstehen, wie denn ja auch dabei niemals die natürliche polyedrische Gestalt der Alveolen gewahrt erscheint. Doch haben diese Metallausgüsse in anderer Hinsicht wieder große Vorteile. Vor allem kommt bei stereoskopischer Betrachtung und Darstellung die ganze Verzweigung den respirierenden Hohlräumen sehr klar zur Anschauung, zumal bei kleineren Säugetieren, bei welchen die Rekonstruktion nach Schnittserien Schwierigkeiten bietet und oft zu Irrtümern führt. Es lassen sich einzelne Alveolarbäumchen (besonders leicht an den Lungenrändern) isoliert herausbrechen und für sich (eventuell auch mit der stereoskopischen Doppellupe) betrachten. Durch einen Vergleich solcher Metallausgüsse mit den entsprechenden Schnitten aus mit Spiritus gefüllten und erhärteten Lungen wird das Verständnis wesentlich gefördert.

Die mit glatter Schleimhaut gleichmäßig ausgekleideten bronchuli[3] gehen direkt über in die oft vorhandenen bronchuli respiratorii, welche dadurch charakterisiert sind, daß in sie hier und da schon einzelne

---

[1] Sitzungsber. d. Berl. Preuß. Akad. d. Wissensch. 1906. 8. Februar. S. 229.

[2] In den »Verhandl. des VIII. internationalen Zoologenkongresses zu Graz« 1910, S. 447—448.

[3] Das Diminutiv des lateinischen Wortes bronchus heißt nicht bronchiolus sondern bronchulus.

Alveolen oder auch ganze sacculi seitlich einmünden, ohne daß jedoch in der Regel ein vollständiger gleichmäßiger Besatz mit Alveolen oder sacculi ringsum statthat. Auf diese nicht mehr ausschließlich der Luftleitung, sondern auch schon teilweise der Respiration dienenden bronchuli respiratorii folgen dann die von mir schon früher eingehend beschriebenen Alveolargänge, ductuli alveolares, in welche ringsum seitlich bzw. terminal die Alveolen einmünden. Miller hat für das terminale mit Alveolen überall gleichmäßig besetzte Gangsystem, welches, auf einen bronchulus alveolaris folgend, aus einem ductulus alveolaris erster Ordnung nebst dessen weiteren Verästelungen und den sacculi besteht, die Bezeichnung »lobulus« angewandt, obwohl dieses Wort von manchen früheren Autoren schon in einem etwas anderen, und zwar meist weiteren Sinne gebraucht ist, also leicht zu Mißverständnissen führen kann. Da ich nun der Ansicht bin, daß es sich empfiehlt, für jedes selbständige, mit Alveolen ganz oder teilweise besetzte terminale Gangsystem eine besondere Bezeichnung zu haben, im Gegensatz zu den ausschließlich der Luftleitung dienenden Röhrensystem der Bronchen, habe ich für das erstere die Benennung »arbor alveolaris« eingeführt. Ein arbor alveolaris ist also jedes selbständige Kanalsystem, welches aus einem einfachen alveolenfreien bronchulus seitlich oder terminal entspringt und entweder mit seinen Verzweigungen überall gleichmäßig oder teilweise mit Alveolen besetzt ist, höchstens noch in seinem Stammteil einzelne alveolenfreie Regionen aufweist. Dieser Gegensatz zwischen dem gänzlich alveolenfreien Kanalsystem und dem ganz oder teilweise mit Alveolen besetzten erscheint nicht nur anatomisch, sondern (insofern ja die Respiration nahezu ausschließlich auf die Alveolenwände beschränkt ist) auch physiologisch begründet.

Da nun nicht überall ein besonderer bronchulus respiratorius besteht, sondern in manchen Fällen auf den alveolenlosen bronchulus sogleich terminal oder seitlich ein ganz mit Alveolen besetzter Gang, ein ductulus alveolaris folgen kann, so umfaßt die Bezeichnung arbor alveolaris natürlich auch diese letzteren Fälle, in welchen eben ein bronchulus respiratorius fehlt.

Man kann die Definition auch so fassen, daß man sagt: »Ein arbor alveolaris beginnt in dem verzweigten Gangsystem der Lunge da, wo zuerst Alveolen vorkommen, wo also die Respiration beginnt. Es kann ein arbor alveolaris, zumal wenn er seitlich einem glatten bronchulus aufsitzt, auch aus einem mehr oder minder verzweigten ductulus alveolaris bestehen, ähnlich wie aus einem kriechenden Wurzelstock sich seitlich abgehende, mit Blättern besetzte Bäumchen erheben können.«

Selbstverständlich wird es bei der überaus großen Mannigfaltigkeit der Verhältnisse sowohl innerhalb ein und derselben Lunge als besonders

bei den Lungen der verschiedenen Säugetiere an Übergängen zwischen den so definierten Röhrenabschnitten nicht fehlen, wie es denn schon zweifelhaft sein kann, ob der Anfangsteil eines am blinden Ende sich zur Teilung anschickenden sacculus schon ductulus alveolaris zu nennen ist, usw.

Ein vollständig entwickelter arbor alveolaris besteht demnach aus:

1. einem zuweilen fehlenden bronchulus alveolaris,
2. einem einfachen oder verzweigten ductulus alveolaris,
3. den in diesen mündenden sacculi alveolares, und
4. den in alle diese Röhrenabschnitte mit weiter Öffnung terminal oder seitlich mündenden Alveolen.

Einen besonderen typischen, von Miller mit dem Namen »Atrium« bezeichneten, kugelförmigen Abschnitt des Gangsystems kann ich bei keiner der von mir untersuchten zahlreichen Säugetierarten verschiedener Gruppen anerkennen. Die Stelle, wo ein oder mehrere der bei den verschiedenen Säugetieren sehr verschieden gestalteten sacculi münden, läßt sich nach meinen Befunden durch keine charakteristische Eigentümlichkeit definieren, stellt also keinen typischen gesonderten Raum dar. Denn abgesehen von den zahlreichen Fällen, wo überhaupt nur ein einziger sacculus mit einer einfachen, meist rundlichen Öffnung in einen bronchulus respiratorius oder in einen ductulus respiratorius seitlich einmündet, läßt sich auch da, wo zwei oder mehrere sacculi in gleicher Höhe in einen ductulus respiratorius münden, kein distinkter, etwa durch eine kugelige Gestalt oder eine auffällige Erweiterung oder einen eigenartigen histologischen Bau charakterisierter Abschnitt erkennen, der sich von dem betreffenden ductulus wesentlich unterschiede. Selbstverständlich wird auf Schnitten jene Partie eines ductulus, wo zwei oder mehrere sacculi etwa in gleicher Höhe einmünden, unter Umständen etwas weiter erscheinen als das übrige ductulus-Lumen, weil die im Schnitt getroffenen Ausgangspartien der sacculi zur Vorstellung von Erweiterungen des ductulus-Lumen führen, doch läßt sich beim Studium von Ausgüssen sowie auf Querschnitten dieser Stellen leicht erkennen, daß die Grenzränder der einzelnen sacculi meistens ebenso weit und gelegentlich noch weiter einwärts vorragen, als die Grenzränder der Einmündungen isolierter seitlich in den ductulus einmündenden sacculi. Ähnlich wie ja bei einem verzweigten Baum die Stellen, wo zwei oder mehrere Ästchen von einem Hauptast abgehen oder wo feinere Wurzeln zu stärkeren sich vereinigen, oft etwas dicker erscheinen als der Hauptast selbst. Trotzdem würde man solche Abgangsstellen nur dann als typisch gesondert aufzufassen haben, falls sie etwa durch ganz eigenartige Merkmale scharf charakterisiert wären.

Und da in der Regel die zu einem ductulus gehörigen sacculi nicht in gleicher Höhe, sondern hintereinander, mehr oder minder weit voneinander entfernt einmünden, kann ja in diesen letzteren Fällen überhaupt nicht die Rede sein von einer gemeinsamen Einmündungsstelle in Gestalt eines kugeligen Hohlraumes. Bei kleinen Säugetieren verästeln sich die ductuli alveolares meist in Gestalt längerer Zweige, bei welchen die sacculi mehr auseinanderstehen (vgl. Taf. II, Fig. 1). Bei größeren Tieren, wo die Alveolarbäumchen in der Regel weniger stark verästelt sind, treten die sacculi dagegen vorwiegend an dem Endteil der einzelnen ductuli alveolares auf und erscheinen hier oft so zusammengerückt, daß ihre Einmündungsstellen nahe beieinander liegen und gelegentlich zusammenfließen, wodurch wahrscheinlich die Vorstellung eines typischen »Atriums« im Sinne von Miller entstanden ist.

Überhaupt zeigt die ganze Figuration der Alveolarbäumchen bei den verschiedenen Säugetieren, je nach deren Größe und Lebensweise, bedeutende Differenzen, auch abgesehen von der absoluten Alveolengröße, über welche ich schon früher[1] berichtet hatte.

Im allgemeinen kann man sagen, daß, je kleiner das Tier ist, um so mehr das Volumen des luftleitenden Apparats (des Bronchalbaumes) gegen das Gesamtvolumen des speziell respiratorischen Apparats zurücktritt. Während bei allen größeren Säugetieren, und besonders bei den zum Tauchen in größere Meerestiefen befähigten Walen, der Bronchalbaum sehr kräftig entwickelt und in weiter Ausdehnung mit der Wandung eingelagerten Knorpelspangen versehen ist, die Alveolarbäumchen dagegen nur kurz und wenig verzweigt sind, zeigen die kleineren, wie Spitzmäuse, Fledermäuse usw., nur dünnwandige Bronchen, welche höchstens in der Nähe des Lungenhilus vereinzelte Knorpelstückchen enthalten. Dagegen besteht hier die Hauptmasse der Lunge fast ganz aus den mit verhältnismäßig langen und reich verzweigten Ästen versehenen Alveolarbäumchen.

Ein anderer Punkt, in welchem meine im Jahre 1906 in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie, S. 225—243 veröffentlichten Untersuchungsresultate nicht die Zustimmung von William Snow Miller und einzelner anderer Anatomen erfahren haben, betrifft die vielumstrittene Frage nach dem Vorkommen von Lücken in der Scheidewand benachbarter Alveolen, der sogenannten »Alveolarporen«. Wie ich schon in meiner früheren Mitteilung a. a. O. S. 238—241 angab, ist

[1] Beiträge zur Anatomie der »Säugetierlungen« in den Sitzungsber. der Berl. Akad. d. Wiss. 1906, S. 234.

die Menge und Größe der in den Alveolarsepten vorkommenden Löcher außerordentlich verschieden. Während man bei manchen, speziell bei größeren Säugetieren oft lange suchen muß, um auch bei günstigen Verhältnissen überhaupt nur ein einziges kleines Loch zu finden, und solche auch wohl ganz fehlen können, sind sie bei anderen regelmäßig und oft in großer Zahl zu finden. Letzteres gilt, wie ich schon früher hervorhob, besonders von den sehr kleinen Säugern, wie Insektivoren, Fledermäusen u. dgl.

Eine besonders deutliche Vorstellung von den Septallücken gewinnt man durch Betrachten der Abbildung von Lungenschnitten, welche mit der stereoskopischen Kamera photographiert sind und ein überaus klares Bild der Verhältnisse liefern[1]. (Taf. II, Fig. 2.)

Das hier gegebene Photostereogramm zeigt einen Schnitt durch die schwach gefüllte Lunge einer kleinen Fledermaus, *Vesperugo noctula* Schreber.

Während bei den Alveolenscheidewänden des Maulwurfs die Verteilung der Lücken eine recht unregelmäßige ist, so daß in einer bestimmten Alveolenwand nur einige Regionen überhaupt Löcher aufweisen, sieht man bei der Fledermaus *Vesperugo noctula* die Lücken nahezu gleichmäßig verteilt und so dicht nebeneinander liegend, daß sie fast den Lücken des Blutkapillarnetzes entsprechen und man zunächst etwa meinen könnte, daß es sich gar nicht um wirkliche Löcher, sondern nur um sehr dünne Stellen der Wand handle, welche den Lücken des Blutkapillarnetzes entsprächen. Daß davon aber keine Rede sein kann, beweist die scharfe Umrandung und völlige Durchsichtigkeit sowie der absolute Mangel von anhaftenden Körnchen oder anderer Unreinlichkeiten dieser Lücken.

Wie wichtig diese Durchlöcherung der Alveolenscheidewände für die Steigerung der Respiration gerade bei den kleinsten Säugetieren sein muß, habe ich schon in meiner früheren Mitteilung a. a. O. S. 16 und 17 angedeutet. Hier wird eben, ähnlich wie in dem respiratorischen Parenchym der Vogellunge, das respiratorische Blutkapillarnetz fast allseitig von Luft umspült, wodurch der Gasaustausch natürlich bedeutend wächst gegenüber der mehr einseitigen Berührungsfläche zwischen Luft und Blutkapillarwand bei den undurchbrochenen oder nur spärlich durchlöcherten Alveolenwandungen der größeren Säugetiere.

[1] Für die Betrachtung dieser Stereogramme empfiehlt sich das bei Warmbrunn und Quilitz, Berlin NW 40, Heidestraße 55—57 zu erhaltende Universalstereoskop.

Ausgegeben am 18. März.

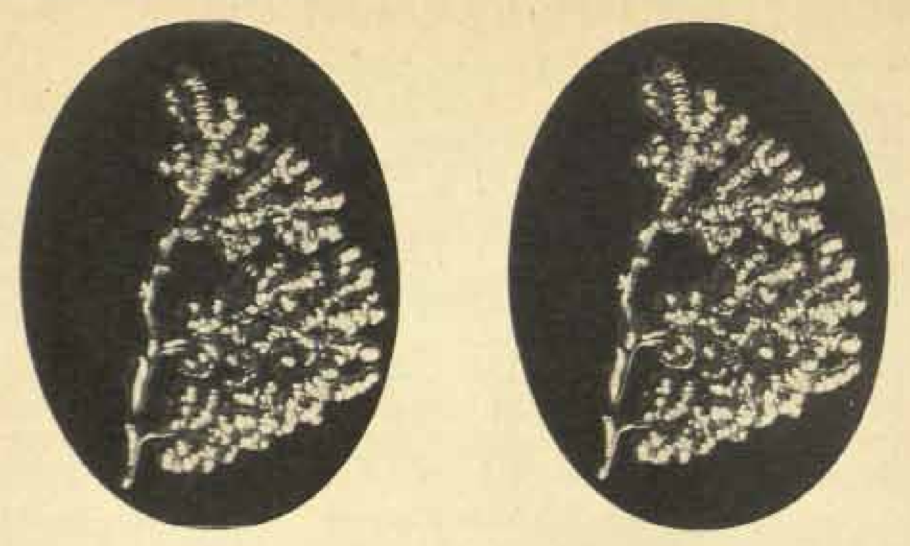
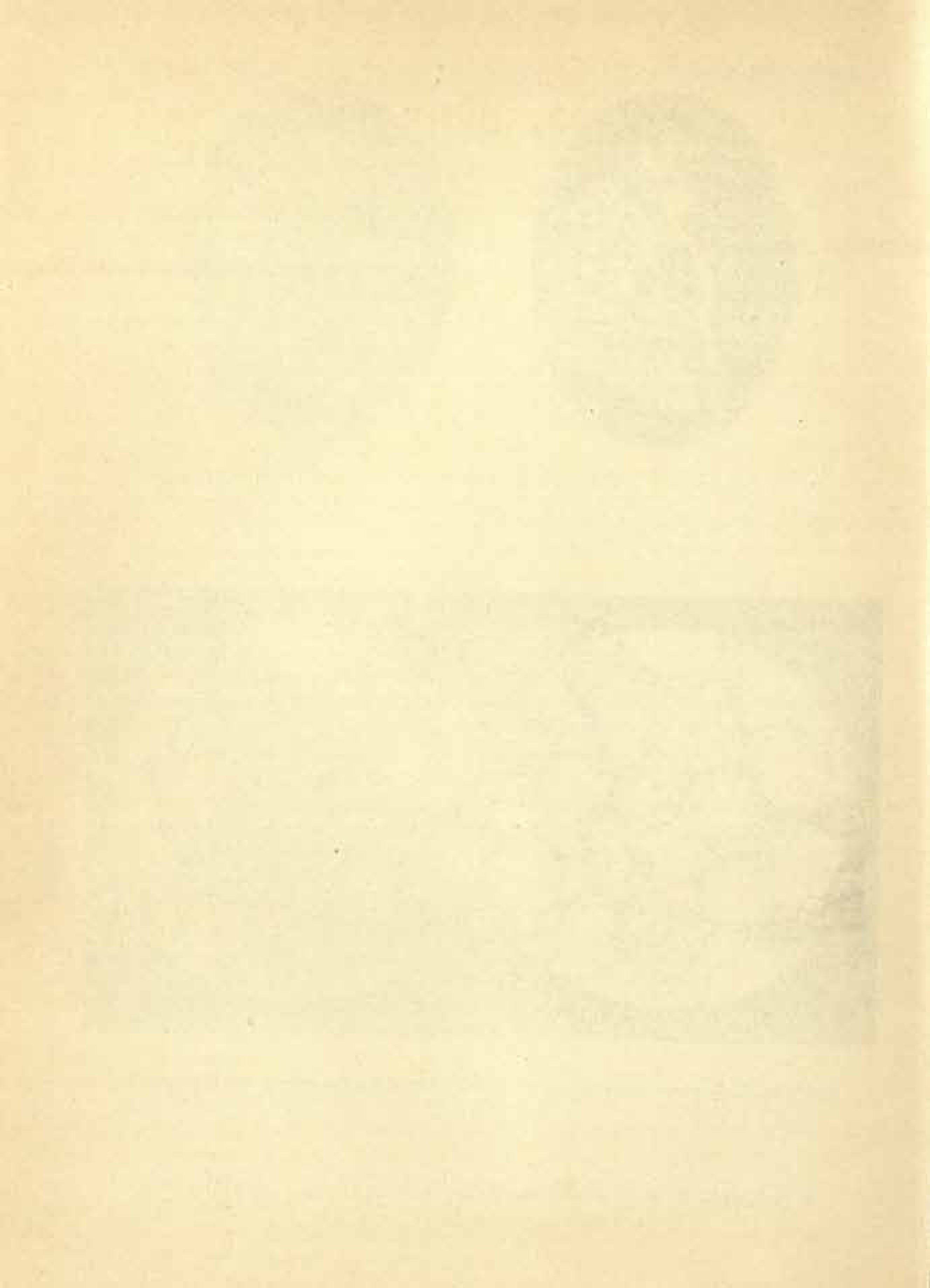


Fig. 1. Photostereogramm des Metallausgusses von Bronchuli mit Alveolarbäumchen der Lunge von *Mus rattus* L. Vergr.: $\frac{10}{1}$.

Fig. 2. Photostereogramm eines Schnittes aus der Lunge von *Vesperugo noctula* Schreber. Vergr.: $\frac{300}{1}$.

F. E. Schulze: Über die Alveolarbäumchen und die Löcher in den Alveolenscheidewänden der Säugetierlungen.



1915.

XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

11. März. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*Hr. de Groot bespricht die historischen und geographischen Berichte der Chinesen über Turkestan und die west- und südwestlich davon liegenden Länder in der vorchristlichen Zeit.

Die Berichte sind ausschließlich in den Schi-ki oder »Historischen Schriften« von Ss'-ma Tan und Ss'-ma Ts'iēn und in den Ts'iēn Han-Schu oder »Geschichtsbüchern der ersten Han-Dynastie« enthalten, und zwar großenteils in Biographien bedeutender Staatsmänner und Beamten. Teilweise sind diese Berichte übersetzt, aber in unbefriedigender Weise. Eine neue Übersetzung aller zugänglichen Dokumente mit methodischer Bearbeitung ist dringend erwünscht und wird vorbereitet.

Zur Geschichte der Gutturale im Osttürkischen.

Von Prof. Dr. W. Bang,
z. Z. in Frankfurt a. M.

(Vorgelegt von Hrn. F. W. K. Müller am 25. Februar 1915 [s. oben S. 189].)

Im ersten Kapitel der Osttürkischen Dialektstudien[1] habe ich die Verwirrung geschildert, welche die beiden Umlaute[2] und der Übergang von *y* in *i*[3] im Sprachbewußtsein der Osttürken veranlaßt haben.

Es entsteht nun die Frage, ob die Gutturale *q* und *γ* dem palatalisierenden Einfluß jener Erscheinungen haben standhalten können, oder ob sie nicht vielmehr von ihrer gutturalen Tiefe einbüßen und sich den palatalen *k* und *g* nähern, ja direkt mit ihnen zusammenfallen mußten.

Im § 150 seiner Phonetik sagt Hr. W. Radloff:

»Mit palato-indifferenten Vokalen, d. h. mit *ī* (in allen Dialekten), mit *i* im Tarantschi-Dialekte können alle hinterlingualen *q*, *γ*, *k*, *g* auftreten (obgleich die Konsonanten *q*, *γ* in diesem Falle weniger weit nach hinten gesprochen werden)[4]. Die Anwendung der vorder- oder hintergutturalen Konsonanten hängt von der herrschenden Vokalklasse des Wortes ab, z. B. *tartïq* (laß uns ziehen); *kirïk* (laß uns eintreten); *qilγan* (Tar.) gemacht; *qičitqaq* (Tar.) Krätze; *qīnat* (Tar.) quälen; *kigiz* (Tar.), *kīz* (Kir.) Filzdecke; *kīnindä* (Alt.) hinten.

Im Tarantschi-Dialekte unterscheiden sich gewisse Wörter nur durch den Gebrauch der entsprechenden K-Laute, z. B. *kir* (Schmutz) = *kir* (Alt.) und *qir* (Kante) = *qyr* (Alt.).«

[1] Abhandl. d. Kgl. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen, phil.-hist. Kl. N. F. XIII, 1914.

[2] † *salyñlar* > *seliñlar* 87,7; 100,15 usw. > *seliñlär* 44,13u.; 43,1; 29,10; 183,13. † *tapyñlar* > *tepiñlar* 92,13u. > *tepiñlär* 25,14. † *baryñlar* > *beriñlar* 90,12 > *beriñlär* 138,7; 149,1; 167,10u. Ebenso noch: *saqaitiñlär* 94,7u.; *büriñlär* 23,2u.; *surumediñlär* 28,3u.

Alle Zitate beziehen sich auf die Tarantschi-Texte im 6. Band der Proben: † bezeichnet die direkte Quelle; 13u. lies: Zeile 13 von unten; ich habe die Transkription möglichst vereinfacht.

[3] † *qylyč* > *qilič* usw.

[4] Von mir gesperrt.

Die Erscheinung hat jedoch, besonders durch die von Hrn. Radloff in diesem Paragraphen nicht berücksichtigten Umlaute verursacht, viel weitere Kreise gezogen.

Unten stelle ich zunächst die für meine Zwecke wichtigsten Formen aus dem Tarantschi-Bande zusammen, ohne vereinzelte Palatalisierungen wie *jegï* 16, 12 gegen *jeɣï* 16, 7 oder *jigip* 146, 9 gegen *jiɣip* 146, 13 u. (vgl. *jigiɣan* 35, 9) usw. usw. besonders zu erwähnen; die linke Spalte gibt die selteneren palatalisierten Gutturale, die rechte die gewöhnliche, »schriftsprachliche« Form, die bis jetzt immer noch Kraft genug hat, das Überwuchern der rein palatalen Laute zu verhindern.

Diese Zusammenstellung wirft ein helles Licht auf die Gründe, welche die Zerrüttung des Gutturalsystems in den Dialekten verschuldet haben, von denen wir kleinere, aber ganz vortrefflich aufgenommene Proben M. Hartmann[1] und I. Kúnos[2] verdanken.

Anlautendes *q-* > *k-*.

kīn »Qual« 6, 11 u.; 56, 17; 56, 25; 56, 27; 51, 1 u.	*qīn* z. B. 64, 8
kīnaṅlar »quälet« 11, 2	*qīnaṅlar* z. B. 50, 3 u.
kīnetiptü̆ »er ließ foltern« 11, 3	*qīnap* z. B. 141, 4; *qīnaptï̆* 12, 10 u.
kīnėɣandin »(nachdem) er hatte foltern lassen« 11, 3	*qīnedi* z. B. 141, 4
kildi 14, 9 u.	*qildi* z. B. 20, 13 u.
kilip »tuend« 8, 9 u.; 12, 8 u.	*qilip* z. B. 8, 7 u. < †*qylyp*
kiliptï̆ 14, 4	
kilidiɣan 10, 4 u.	
kiɣan 15, 7	*qiɣan* 15, 10; 15, 14; 15, 19

[Hat sich der anlautende Guttural hier nicht halten können — Druckfehler ist ja immer möglich — so wird er auch wohl viel von seiner Gutturalität eingebüßt haben in den sonst ganz palatalen Formen:

qiliṅlär 22, 13 u.; 29, 6 < †*qylyṅlar*
qilgenī 22, 10 u.
qilgenīnī 21, 8 u.; 98, 14 u.; 103, 5 u.
qilgän (??) 95, 5 u. und *qilgeniṅ* 43, 11 u. < †*qylɣanyṅ*

[1] * »Ein türkischer Text aus Kašgar« in Keleti Szemle Bd. V, S. 161 ff. »Die Geschichte von den Vierzig Leibern (*Čilten*). I. Ein türkischer Text aus Jarkend« in Mitteilungen des Seminars für Oriental. Sprachen VIII, 2.

[2] »Adalékok a Jarkendi (Keletázsiai) Törökség Ismeretéhez«, Budapest, 1906.

qilgin 106, 11
qilgeli 102, 8 < † *qylγaly*, dessen -γ- noch erhalten ist in *qilγeli* 114, 12 usw.
qilmegin 104, 7 u.; 29, 11]

kičirdi 144, 3
kičirip 110, 9 u.

qičirdi z. B. 144, 2

[dazu *qišqirüi* 167, 4 u.; in einer noch ungedruckten Aufnahme dieses Stückes, die mir Hr. von Le Coq freundlichst zur Verfügung stellte, wird an dieser Stelle *kiškirīmün* aus *qiškirīmün* korrigiert, sonst an vier oder fünf Stellen sofort *kiškirdi* usw. niedergeschrieben[1].]

Substantiva mit dem Auslaut -*q*.

1. *qōsaq* (Wb. *qosaq*).

qōsegīda 120, 16
qōsegimis 97, 6
qursegīda 111, 24; 111, 27

qōsuγīda (sic) 180, 2
qōseγimiz 97, 18
qurseγīda 110, 19 [verdruckt *kur*- 110, 24]

2. *dumbaq*.

dumbegini 27, 2 u.; 28, 8; 28, 13; 28, 6 u.; 29, 17; 29, 8 u.

3. *qulaq*.

quleγī 161, 3 u.

quleγi 161, 2 u.
quleγīnī 61, 10
quleγīγa 158, 12 u.

4. *qūruq*.

qūrugīnī 141, 10

qūruγi 111, 7 u.

5. *sanduq*.

sanduγīnī 142, 9 u.

[1] In vereinzelten Formen wie *qišqirγanni* 28, 3 brauchen nicht gerade die palatalen Vokale des Wortanfangs das *g* verschuldet zu haben, es könnte und wird sich aus Formen wie *qišqirgenini*, *qišqirgenigā* festgesetzt haben; vgl. *čiqargenini* 29, 4 u.; *aūlimigeni* 22, 21; *bürigenīdin* 70, 11; *aūlimigenīγa* (sic) 105, 8 neben dem ganz schriftsprachlichen *aūlamaγandin* 105, 5. Dasselbe gilt von den selteneren Formen, in denen wir für zu erwartendes -*dīγan* usw. vielmehr -*digan* finden: *aimaidiganniū* 14, 13 aber *parlaidigenini* 16, 19. Auch an palatale Stämme sollte regelrecht nur -*dīγan* treten (vgl. *bāridīγan* 16, 20; *tāγidīγanniū* 16, 9 u.); trotzdem finden wir auch *öltürädigenini* 16, 19, *olūdigenimni* 176, 14 u. usw. (auf derselben Seite auch *olūdiγenimni*).

6. *jančiq* (Wb. *jančuq*).

jančigini 120, 12 | *jančiγiγa* 158, 3 u.

7. *ulaq*.

uleγini 60, 1

8. *jarmaq*.

jarmegini 178, 3 | *jarmeγini* 40, 9 usw.

9. *čaqmaq*.

čaqmegini 136, 10 u.

10. *aγriq*.

aγrigi 75, 5 u. | *aγriγi* 75, 8 u.
aγrigiγa 195, 10
aγrigini 84, 16 u.

11. *čaq*.

čegiñ 136, 8

12. *beliq* < †*balyq*.

belik 196, 18 | *beliqni* 196, 19

13. *seriq* < †*saryq*.

serik 163, 7 | *seriq* 18, 1
serikni 196, 24

14. *seliq* < †*salyq*.

selik 54, 12

15. *ačiq*.

ačigi 71, 5; 71, 8; 21, 6 u.; 63, 17; 41, 3 u. | *ačiγi* 71, 10; 64, 5 u.

Wie *ašiq* (z. B. 141, 12 u.) so hat auch *ačiq* fast nie den Umlaut; ich kenne nur einmaliges *ečiγiñiz* 150, 2 neben *ačiγiñiz* 148, 2 u., wo der Umlaut ebẹnso merkwürdig ist wie in dem alleinstehenden *berilin* 135, 6 = *barelin*, z. B. 155, 16.

Was dieses *berilin* anbetrifft, so glaube ich nun allerdings nicht, daß es sich, wie die Umschrift mit *e* anzudeuten scheint, um den Umlaut des *a* handelt; es wird vielmehr eine ungenügende Wiedergabe des dumpfen *ə* oder *ᵉ* vorliegen: *bərilin*, *bᵉrilin*, wozu z. B. Kunos' *bèrañ* (d. h. *bèrän*) 34, 4, 3 seiner genannten Schrift zu vergleichen wäre.

Ein ähnlicher Hörfehler scheint vorzuliegen, wenn es 8, 2 u. für *kānäš qiliptu* heißt: *kānäš käliptŭ*, wo *käliptŭ* doch zweifellos als *qəliptŭ* oder, mit verschobenem *q*, als *kəliptŭ* zu interpretieren ist (vgl. 31, 3 u. *kānäš qiliptu*; Hartmann notierte in Kaschgar: *maslät kᵊlišdä* 28 neben *kineš kildä* 17).

Die Richtigkeit von *qasam käliptŭ* 64, 3 u. wird man ebenfalls bezweifeln dürfen und auch hier für *käliptŭ* eine Ableitung von *qil-* einsetzen.

Auch daß man für »eingestehen, ein Geständnis ablegen« im Tarantschi *iχrā kälmäk* statt zu erwartendem *iχrā qilmaq* sagen soll, erscheint mir durchaus unwahrscheinlich: 15, 10 *Zunda hämä qilγan išlärgä*[1] *rastibilän iχra käldi*; 47, 2 *Ol jigit öltürmädim däp iχrā kälmädi* usw. Auf S. 22, 13 ff. gehen denn auch *käl-* und *qil-* nebeneinander her: *häm iširγā iχrā qilmedī. šu qisma bilän bir ai suraq qildī; här išni surisa bilmäimän däidü. özī iχrā qilγan (ī!) jaman išlärī, on säkiz(!)qisma iškä iχrā käldī. özgäsī män bilmäimän däp iχrā kälmädī. bu iχrā kälgän išlärinī, iχrā kälmägän išlärinī, hämäsinī (!) kirip džandžunγa anlattī.* Das Richtige wird man treffen, wenn man überall *qil-* mit schwindendem *ə* oder *i*[2] und verschobenem *q* liest: ja sogar 22, 8: *Hākim bägnī rastibilän iχrā kälturünlär = qəlturinlar, qəlturinlär* usw. wird uns verständlich, wenn wir auf derselben Seite *qilinlär* < † *qylyn̄lar* finden und an Palatalisationen wie Hartmanns *täšliwetiptim* (Jark. 29) neben *tašliwetti* (ib. 22) denken. Wie wäre schließlich *rastibilän iχrā käl* (48, 2) »gesteh wahrheitsgemäß« zu konstruieren?!

Umgekehrt dürfte *ačigī qilip* 20, 11 für *ačigī, ačiγī kəlip = kälip* verhört sein, denn *käl-* ist hier das logisch richtige und findet sich meines Wissens sonst immer: z. B. 41, 3 u., 42, 3, 51, 15 *ačiγim* (Subst.!) *käldī*, 157, 4 u. *ačiγiñ* (Subst.!) *kälmäsün* usw.

Zum Teil mag die Schuld an der Tatsache liegen, daß neben *kül-* trotz allen Leugnens doch auch *kil-* den Sprechenden, wenn nicht

[1] Zur Konstruktion mit dem Dativ vergleiche *pušman qil-* »bereuen« usw., z. B. 186, 10 u. *kälgänigä pušman qilip* = »er bereute, daß er gekommen war«. 126, 11 ist *män, börü, sänī kätküzip ätkänimgä pušman qilip idim* statt durch »Wolf, ich habe daran gedacht, dich so herzulocken« vielmehr durch »Wolf, ich hatte schon bereut, dich fortgejagt zu haben« zu übersetzen. Dieser Dativ begegnet auch bei *baq-* in der Bedeutung »sich kümmern um«; z. B. 108, 14 u.: *eniñ jiγlaγīγa baqai*, wo *baqmai* zu lesen und »ohne sich um sein Weinen zu kümmern« zu übersetzen ist (*-mai* < † *-matyn*!). In welcher Funktion steht der Dativ 123, 16: *bularniñ tañ atqandin χäbärigä joq*? Die Stelle fehlt in der Übersetzung S. 163! Nach 143, 1: *eniñ köigänidin säniñ χaberiñ bar ikän* »du weißt, daß er in dich verschossen ist« würde ich *χäbäri* lesen und übersetzen »sie aber wußten nicht (merkten nicht), daß der Tag angebrochen war«.

[2] Hartmanns Text aus Kaschgar: 18 *kilip*, *kᵊläp* (31 *kilip* und *kᵊlip* = *kəlip* zu *käl-*!); 32 *kᵊläp*, *kᵊlip*; 46 *kᵊläp*, *kilip*, *kᵊlip*; 77 *kᵊlip*, *klip* usw. Jarkend 124 *qᵊlyn̄lä*; 172 *qᵊlyp*.

geläufig, so doch immerhin vertraut genug ist, daß es von ihnen gelegentlich gebraucht wird: 169, 7 *ödun kilsä* »als er von der Jagd kam«; Hartmann notierte in Kaschgar 28 *kilip* neben *keläp* = sonstigem *kälip*.

Ohne weiteres ist also dieses *kil-* = *käl-* auch 65, 1 herzustellen: *män säätlärdin bolumäŋ patišāγa χismät qilsam däp qildim* = *kildim, käldim*; ebenso 60, 12 u.: *sän bu atnī minip qilip* = *kilip* = *kälip*.

Finden wir nun weiter 141, 11 u. den Satz *ol jigit eniñ därdidä jïγlap käliptü* und dazu S. 187 die Übersetzung: »Jener Jüngling blieb vor Kummer über sein (?) Leid weinend zurück«, so werden wir zu der Annahme gezwungen, *käliptü* sei für *qəliptü, qeliptü* < † *qalyptü* verhört.

Ohne daß die Übersetzung uns den gewünschten Fingerzeig gäbe, liegt meiner Überzeugung nach derselbe Fehler noch vor: 129, 12 u. *u šähärdä joldašleridin airilip jalγuz käliptü. Köp jappālarnī tartip bir jildin kīn öjigä käliptü*, wo das erste *käliptü* für *qeliptü* steht.

Kaum anders dürfte 68, 13 u. *iki üč aidin kīn bu džandžunnī özi jütïγa jandurdï, ornïγa boläk* (sic) *džandžun bolup käliptü* zu beurteilen sein; ich ziehe auch hier *qeliptü* dem an sich nicht unmöglichen *käliptü* vor und übersetze *bolup qeliptü* durch »wurde«; vgl. z. B.: 194, 8: *ol qiz awalqï däk aγaš bolup qaldï* »dies Mädchen ist wieder zu Holz geworden«; 131, 2 u.: *häli joγan bolup qoptü* (< † *qaliptü*) »jetzt ist sie fett geworden«; 93, 4 u.: *ol quš maña lazim bolup qaldï* »dieser Vogel ist mir nötig (unentbehrlich) geworden« = 95, 1: *maña käräk bolup qaldï*. Zur Konstruktion, bei der *bolup* den Ausschlag gibt, vergleiche: 86, 15: *män ölsäm ornumγa patišā bolup olturγelī häš kišim* (sic) *joq*; 115, 7: *sän mäniñ ornumγa patišā bolγin* usw.

Jedenfalls aber beweist die Tatsache, daß sich der Verfasser der Phonetik der nördlichen Türksprachen in den angeführten Fällen verhören[1] konnte, daß die Gutturale *q* und *k* in der Nähe palataler Laute **nicht** oder **kaum** zu unterscheiden sind.

---

[1] Wie ist *ölüp* 114, 11 u. zu beurteilen? Die Stelle lautet: *bir otunči Bäširnī tepip aldï; putī qolinī jezip öjigä* **elip bardï**. *Ölüp* (lies *elip*!) *berip bir näčän kün baχtï*. In einer Parallelstelle (121, 17—18) fehlt leider das entscheidende Wort.

Steht 130, 2 *ägär män ölüp kälsäm* neben sonstigem *ölüp qal-* (oder *ölüp kät-*) durchaus fest? Die Form *-sä* habe ich bei gutturalen Basen in den Osttürk. Dialektstudien S. 9 belegt.

Darf 107, 10 u. in dem Satze *sän bizdin oγluñniñ qenīnī tiläp qilsañ* »wenn du von uns das Blut deines Sohnes verlangst« *qilsañ* beibehalten werden, oder ist es in *kälsäñ* (vgl. ib. 13 u.: *män oγlumniñ qenīnī alimān däp aldurup käldim*) zu ändern? Der Komplex *tiläp qil-* findet sich allerdings auch 67, 6: *sizlär aχullar här qai jaqqa berip tiläp qiliñlar*; doch ist auch hier einfaches *qil-* verdächtig und wohl *dua qiliñlar* zu lesen wie 67, 14: *χudai ta'aladin tiläp dua qilsa* usw.

Wörter auf *-liq* < *-lyq*.

jarlik 14, 26; 15, 16	*jarliq* 14, 4; 14, 15
jarligī 14, 18	
ašlik 153, 12 u.	*ašliq* 153, 7 u. usw.
tarančiligīnī 29, 14	
jamalligīnī 62, 14; 125, 11	
jaχšiligīññī 128, 1 u.	
jaχšiligīγa 89, 14 u.	
padišāligīnniñ 147, 8	
patišāligīnī 76, 12; 82, 18	
oγurligīnī 61, 8 u.[1] usw.	
jillik »Zeitraum eines Jahres« 91, 3 < †*jyllyq* flektiert:	*jilliq* 91, 6; 92, 1 u. usw.
jilligī 61, 3; 54, 5; 55, 2 u.; 55, 11 u.	*jilliγī* 53, 2 u. (31, 7; 31, 9 verdruckt: *jiliγī*)

[ebenso *ai-ligī* 52, 16, wo keineswegs Analogie von *külligī* < †*kün-ligī* mitgewirkt hat, denn das Wort ist palatal geworden[2], wie *bijil* 78, 8 < *bu-jyl* (vgl. *üjärdin, šüjärgä, büjärdä*) und ganz besonders *bijilkī* 28, 12 u. beweist[3]. So erklärt sich auch *üč jilgiča* (58, 9 u.) < †*jylyyča* usw., in dem nur das auslautende *-a* noch an die frühere Klasse erinnert: ich bezweifle jedoch nicht, daß man auch noch *üč jilgičä* registrieren wird, wenn es 6, 7 u. in *jiličä* nicht schon vorliegt.]

Dative auf †*-yγa* > *-īγa, -īγä, -īgä.*

bešīgä 96, 2 u.; 129, 5	*beγīγa* 91, 1 u.
bešīga 129, 10	*bešīγa* 96, 16 u.
qešīga 114, 18[4]	*qašīγa* (sic!) 96, 17 u.[5]
qešīgä 172, 14; 129, 22	*qešīγä* 85, 8 u.

---

[1] Im Grundwort erscheint *g* (*ogrī*!) im Wechsel mit *γ* (*oγrī*) S. 42, 55, 60, 61.

[2] Umgekehrt werden ursprünglich palatale Wörter guttural ohne anderen Grund, als daß die Gutturale in der osttürkischen Volkssprache eben nicht mehr die Rolle spielen, die ihnen in der Schriftsprache und den anderen Dialekten zukommt. So finden wir neben *tägīgä* 69, 6, 7, 13 einmal *teγīγa* 68, 2 u., und dies wird uns durch Kunos 24, 9, 6 *taγïda*, 26, 13, 2, 3: *teγide, teγidin* bestätigt.

[3] Zu *at* »Pferd« gehören die umgelauteten *etī, etīnī, etīlär*, woraus eine neue palatale Basis *ät* »Pferd« abstrahiert wurde bei Kunos, a. a. O. 27, 14, 1: *ät, ätye minep*, während daneben *at* fortbesteht (24, 9, 6).

[4] Das unverständliche *kösīγa* 123, 19 ist für *qošīγa* verdruckt oder verhört.

[5] Vgl. Hartmann, a. a. O. 28, neben *qešimgä* 19 *qešiγe* 23 *qešimge* 152; Kunos, a. a. O. *kašïγa* 23, 8, 4; *kašγa* 32, 1, 8.

kešigä (! !) 41, 14; aber *qešīya* 41, 19 (von Le Coq, a. a. O. *kešiya*)	*qešīya* 129, 25; 172, 6 u. usw.
kešida 8, 15 u.	*quleyīya* 158, 12 u.
qullerīgä 118, 15	*qullerīya* 120, 10 u. (verdruckt 148, 6 u.)
etīga 62, 14	*etīya* 62, 1

Bei einer Form wie *bešigä* bleibt von dem gutturalen † *bašyya* also keine Spur mehr, wenn wir das *e* nicht dafür ausgeben wollen; der Ablativ lautet also ganz folgerichtig *bešidän* 128, 7 u. neben *bešidin* 129, 7; Hartmann gibt sogar 124 *bišqá* = *baš(i)ga* und 192 *qišqa* = *qašiya*. Nur diese Unsicherheit erklärt uns, wie zu dem von Haus aus rein palatalen *iš* neben *išigä* 22, 2; 22, 21 auch *išīya* 116, 12 u.; 22, 13; 144, 1 gebildet werden konnte[1]; vgl. *išlerīnī* 19, 6 statt des zu erwartenden *išlärīnī*. Zu dem höchst sonderbaren *kōñnīda* 193, 12 u.; 70, 2 u. vgl. Hartmann, a. a. O. 84 *koñligé* und 201 *köñlidä* mit der Anm.: »der Laut nach *k* schwebte zwischen *o* und *ö*[2]«!

Nach den obigen Listen wird für *qizīyā̄* 147, 14 u. unbedenklich *qizīyä* eingesetzt werden dürfen; ebenso wird man *surugidaq* 44, 6 in *surugidäk* verbessern müssen und *sureyidäk* 44, 4 u. herbeiziehen. Die Form auf *-yidaq*, *-yidäk* schwankt übrigens zwischen der gutturalen und palatalen Reihe hin und her.

Inessive auf † *-taqy* > *-teqī* > *-tekī*, *-däkī*, *-dikī* usw.

goluñuzdiki 132, 11 u.	*goluñuzdeqi* 133, 6
atteki 133, 3 u.	*sanduqteyī* 142, 15
beš.mizdeki 18, 12 u.	*otrusīdäqī* 142, 8 u.
tabaγteqi 144, 2	
taγdeki 153, 9 u.	
ulardiki 57, 9	
golīdeki 102, 5	

Imperative auf † *-γyn* > *-γin* > *-gin*.

aitkin 14, 29	*aitqin* 73, 15 usw.
bargin 114, 1 u.; 125, 3; 125, 9	*baryin* 125, 7; 140, 2 u. usw.
turgin 70, 10 u.	

---

[1] Vgl. immerhin *išqa* (ايشقه) bei von Le Coq, Sprichwörter und Lieder aus der Gegend von Turfan (Baessler-Archiv, Beiheft I) Nr. 14, und z. B. *tišqä* Nr. 44 für zu erwartendes *tiškä* (vgl. 113: *tišīyä*, *išīyä*).

[2] Kunos, a. a. O., gibt das Wort mit *o* (15, 110, 11, 34) und mit *ǫ* (14, 97).

buzgin 132, 14	
sizgin 132, 14	*sizyin* 132, 15
tošquzgin 136, 11 u.	*tošqazyyn* (sic) 147, 13 u.
suregin 117, 18; 127, 1 u.; 95, 2 u.; 96, 2; 102, 15 u.	*qarleyin* 159, 13

Negative Imperative auf † *-mayyn* > *-meyin* > *-megin.*

ačmegin 94, 6	*barmeyin* 90, 6
	ārilmeyin 90, 9
barmegin 125, 3	*uχlimeyin* 152, 14
qorqmegin 132, 14 u.	*almeyin* 180, 1 u.
qilmegin 20, 14 u.; 104, 7 u.	
jiylimegin 102, 7 u.	

Form auf † *-yaly* > *-yelī* > *-gelī.*

surugeli 21, 4 u.	*uryelī* 156, 10 u.
sārigelī 91, 11 u.	*baryelī* 161, 10 u.
qilgelī 102, 8	*alyelī* 168, 4 u.
aldirgelī 7, 10	
surigelī 37, 2	

Für diese Form bieten Hartmann und Kunos eine auf *-yana, -yany, -gene, -geni*[1] usw.: Kunos 22, 6, 3: *süt satqana čyqty* »sie ging die Milch verkaufen«; 43, 5, 7: *sōyana barimän* »ich gehe, um zu fragen«; 44, 6, 9: *soryany käldim* »ich kam, um zu fragen«; 53, 3, 4: *atnė öltörgene ačyχty* (dafür Hartmann, a. a. O. 36: *äpčyqtym*; 41: *äččyqp*; 99: *äčč'qyptö* usw. < † *alyp čyqty*) »er ging das Pferd töten«; 53, 3, 7: *atny öltörgeni tajar bolaptö* »er war bereit, das Pferd zu töten«. Auch hier hat sich die gutturale Form des Suffixes bei Wörtern der palatalen Reihe eingeschlichen; 43, 4, 6: *sizye jiyene* (43, 5, 4: *jeyeni*) *nan joq* »ihr habt kein Brot zu essen« (aber *jegene* 55, 6, 10). Umgekehrt bei Hartmann, Ein türkischer Text aus Kašgar Z. 79 *tašiginä* neben *tašryinä* und *tašleyinä* usw. usw.

Es folgen nun einige der interessantesten Beispiele aus Kunos' Jarkender Text:

äjyä (< *ärgä*), *äreyä* (< *ärigä*), *ičiye* (< *ičigä*), *šäryä*, *šärye* (< *šärgä*), *šäriyä* (< *šärigä*), *išye* (< *išgä*), *ujya*, *ujyä* (< *öigä*) *ujeye*, *ujëyo* (< *öjigä*)

[1] Ein Seitenstück zu dem Übergang von *l* > *n*, wie er hier vorliegt, gibt uns das von Hrn. v. Le Coq notierte *öltürini* < *öltürälī*, *öltürilī* (Tar. *öltürälin* 8, 1 u.; *öltürälī* 167, 17) »wir wollen töten«. Die Form ist auch in Kaschgar geläufig, wie Hartmanns *tigišpkilini* (18) und *tigišpkilinä* (50) beweist. Kunos' Gewährsmann sagt dafür *tigišep kilenėk* (64, 5, 10) und *tigišep akelenėk* (63, 2, 7) mit dem *-k* der 1. Pers. Plur.

jēγe (< *järgä*), *išikiγä* (< *išikigä*), *igisiγa* (< *igisigä*)[1], *bagnañ* neben *baγnañ* (< *baγnyñ*)[2], *tajagni* neben *tajaγni* (< *tajaqni* usw.), *körγennen* (< *körgänniñ*), *kelγende* (< *kälgändä*) neben *kelgende*, *ašik* (< *ašyq*), *baγlaχʃikde* (< *-lyqda*), *jaχšilik* (< *-lyq*), *bargan* neben *baryan*, *taγardaki*, *bakiñ bakēdō*, *bakmējdō* neben *baqitqan* zu *baq-*, *tiγde* (< *tigdi*, *tägdi*), *ugenmeγen* (< *mägän*), *berγen* neben *bergen*.

Dazu gesellen sich ungezählte $k < q$ im Anlaut; dieses *k* hat sich dann in der Aussprache von Kunos' Zeugen auch auf Wörter wie *qač-* (*kač-*), *qol* (*kol*), *qal-* (*kal-*) ausgedehnt.

Hartmanns Aufnahmen seien noch die folgenden Beispiele entnommen:

1. Jarkend.

qešimgá neben *aldymγá*, *némišqi* < *nämä išgä*, *qoinámdeki*, *ǧāmwargu* neben *ǧāmwāγá*, *qoldéki*, *taroplerigá*, *áqytken* (< *-qan*, *-γan*), *qéšdiki*, *salgan* neben *qonγan*, *öilyq* (für *-lik*) *āsumānga* neben *āsmānγa*, *opālik* (wohl < *oballyq*?).

2. Kaschgar.

baldūki neben *baldūqi*[3], *jalgóz* neben *jalγoz*, *attiki* (< *at* + *diki*), *bāzādekī*, *taγādiki* neben *taγādiqi* (< *taγar-d.*), *némišqa* und *-qe* (< *nämä išgä*), *īriñkiné* neben *īriñqiné* und *eriñqani* (= *äriñ qani*).

Angesichts der oben aufgestellten Listen wird es zum Schlusse gestattet sein, die Frage zu stellen, ob wir berechtigt sind, in komanischen Wörtern wie *kičkerip* (Marienpsalter 3, 2), *jariklihinden* (4, 3), *agrikimmisniñ* (6, 2), *agrigimmisni* (6, 3), *iarkinindä* (30, 4), *iaširgil* (30, 4), *jaziksislikiñni* (40, 1) usw. einfach die Gutturale *q* und *γ* einzusetzen, nur weil wir sie in andern Türkdialekten finden, deren engere Verwandtschaft mit dem Komanischen nicht erwiesen ist. Eine derartige Ansetzung wird aber bei *jaziksislikiñni* usw. vollends unwahrscheinlich, wenn wir uns daran erinnern, daß im Komanischen, wie in andern Dialekten, anlautendes *ja-* unter Einfluß des *j-* zu *jä-* palatalisiert wurde: *järlilergä* (Psalter 10, 3) neben *jarlī* (67, 1) < † *jarlylarγa*[4], eine Lautentwicklung, die Kunos aus Jarkend z. B. in *jene* < † *jana* (passim), *jendirip* < † *jandyryp* (28, 2) bezeugt.

---

[1] In dem unglückseligen Stück »Oγrī« (S. 110—113 des Tarantschi-Bandes) gehen *āgi*, *igā*, *āgā* durcheinander, wie *ikān* und *ākān*. Woher stammen dorten die zahlreichen *ā*?

[2] So im Tarantschi *tagniñ* 73, 6, 78, 6, *bagniñ* 77, 14, 46, 2 neben *taγniñ* 79, 7 u. und *baγniñ* 46, 2 und 7 usw.

[3] Kunos, a. a. O. 62, 1, 1: *baldukī*.

[4] Vgl. meine Bemerkung zu *jäzdä* < † *jazda* usw. in den Rätseln (Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1912, S. 345).

Zu den altdeutschen Zaubersprüchen.

Von G. Roethe.

(Vorgetragen am 11. Februar 1915 [s. oben S. 151].)

Der erste Merseburger Spruch darf im ganzen als klar verständlich gelten. Auch die vielumstrittenen Worte *umbicuonio uuidi* sind zwar etymologisch und nach der Grundbedeutung des Substantivs noch zweifelhaft; daß *cuoniouuidi* = 'Fessel, Band, Kette' sei, wird durch got. *kunawida*, ahd. *khunauuithi*, ags. *cynewiððe*, die alle ϰλυϲιϲ, catena, laqueus, redimiculum bedeuten, jedem Zweifel entzogen. Die Wortabteilung *umbicuonio uuidi* darf nicht irre machen; daß Präpositionen proklitisch mit dem regierten Wort zusammen geschrieben und Composita in zwei Worte getrennt werden, ist eine ständige Erscheinung altdeutscher Wortabteilung.

Dagegen ist immer noch ungeklärt die zweite Hälfte der ersten Zeile: *suzun heraduoder*. Durch den ersten Halbvers wird ja vocalische Alliteration empfohlen; aber alle die scharfsinnigen Versuche *hera* mit *era* 'Erde' in Verbindung zu bringen, sind gescheitert, und der kunstlose Stabreim des zweimaligen *sazun* genügt in solchem volkstümlichen Spruche allenfalls auch.

Ich möchte nun vorschlagen *heraduoder* aufzulösen in *her aduo der*. Es sieht freilich zunächst so aus, wie wenn die Handschrift *hera duoder* abteilte; aber der etwas größere Zwischenraum zwischen *a* und *d* wird auf den Schlußstrich des *a* zurückgehn; gemeint ist wohl Zusammenschreibung der Formel, wie in *sumaclubodun*, *sumaherilezidun*; solche ungeteilten Wortgruppen liebt auch der zweite Spruch.

In *aduo* seh ich *edo*, *odo* 'oder'. Das *a* ist nicht nur mittel- und rheinfränkisch, sondern sogar in der baierischen Exhortatio bezeugt, nicht zu reden von dem späteren oberdeutschen *alde*; wie sollte es also in dem thüringischen Spruche auffallen? Das *uo* aber stimmt gerade zu den orthographischen Gepflogenheiten des ersten Merseburger Stückes. *ei* in *eiris* (= *êres*) hat man längst als einen Zwischenlaut zwischen *e* und *i* erklärt, und noch sicherer entspricht *uo* in *kuoniouuidi*, wie die sonst bezeugten Formen des Wortes beweisen, einem kurzen *u*. So wäre also *uo* in *aduo* lediglich Schreibweise für ein geschlossenes *o*.

aduo verbindet die Wörtchen *her* und *der*, in denen ich parallele Reimformen sehe, wie im alemannischen *har* und *dar*. In *her* könnte an sich *hêr* 'hier' stecken; da aber der zweite Merseburger Spruch fest *uo* statt *ô* zu haben scheint, so ist *hera* wohl vorzuziehen, das in der festen Formel sein auslautendes *a* vor dem vocalischen Anlaut eingebüßt hat. Bei *der* kann man zweifeln, ob es aus *dar* (got. *þar*, *þarei*, *þaruh*) oder aus *dâr* oder endlich aus *dara* entstanden ist: jedenfalls war die Form *der* bestimmt durch das parallele *her*, wie alem. *har* an *dar* angereimt wurde. Der Vocal der Flexionsendung *era* im zweiten Spruch beweist nichts dagegen, daß *dara* in der Formel bereits zu einsilbigem *der* geschwächt werden konnte[1].

Der Walkürenspruch ist ganz typisch gebaut. Episch werden drei Handlungen erzählt: die eine Gruppe knüpfte Fesseln, die zweite hielt das (feindliche? oder fliehende eigne?) Heer auf, die dritte löste Bande. Der dritte Vorgang, mit besonderem Nachdruck, etwa auch in mimischer Nachbildung vorgetragen, wirkt dann in der Schlußraunung fort: das Erzählte setzt sich in Wirklichkeit um. Auf dem Parallelismus von Wort und Tat beruht die Zauberkraft; der Wolf ist da, wenn man von ihm spricht, der Teufel, wenn man ihn an die Wand malt. Eine Dreiheit, von der erst das dritte Glied bedeutungsvoll wird, zeigen die vielen Segen von den drei guten Brüdern, den drei Frauen, den drei Rosen, den drei Brunnen und wie diese Triaden alle heißen, für die namentlich Ebermann, Blut- und Wundsegen (Palästra 24. Bd. 1903), nützliche Parallelen zusammengetragen hat.

Ein Mythus steckt in diesem epischen Eingang nicht: ich zweifle überhaupt, daß wir wirkliche Mythen und Legenden aus den Segensformeln herauslesen dürfen. Gewiß, es werden typische Gestalten verwendet, nicht nur Herr Jesus und Frau Maria und ihre Heiligen; auch Hiob, der im Mist von Würmern geplagte, im Wurmsegen; Tobias, der seinen Sohn auf die Reise schickt, im Reisesegen; Longinus, der Christus in die Seite stach, daß Blut und Wasser floß, im Blutsegen usw. Diese Gestalten sind typisch wie die Tiere in der Fabel, sie kennzeichnen von vornherein die Sphäre, um die es sich handelt; der epische Vorgang aber ist im Grunde nichts als eine erhöhte Nachbildung des Vorgangs, der die Anwendung des Zaubers veranlaßt hat oder den der Zauberspruch erzeugen soll. So sehe ich auch im Straßburger Blutsegen nichts vom Baldermythus, aber auch nichts von der Judaslegende. Zwei Menschen schießen auf einander; der eine

[1] Am Schluß des ersten Spruches steht ein H-artiges Zeichen, das meines Wissens nicht erklärt worden ist. Vielleicht meinen die drei Striche (zwei senkrechte, ein Querstrich) 'ter'; die Raunformel des Schlusses ist dreimal vorzutragen, wie so oft das Paternoster.

wird verwundet, das Blut gestillt. Hat man die beiden im Bamberger Blutsegen Christus und Judas getauft, so mögen dabei immerhin Reminiscenzen an irgendein Evangelium infantiae mitspielen, wie es Jacoby (Zeitschr. f. d. Alt. 54, 202) heranzieht: aber der einfache paradigmatische Vorgang ist ohne jede mythisch-legendarische Vorlage geprägt: wie sollte er sich denn anders abspielen? Im Straßburger Segen heißt von den Schießenden der eine *Jordan*, weil der Strom dieses Namens auf Grund von Josua 3, 16 der typische Vertreter stockenden Flusses war (*steterunt aquae*); vielleicht steckt in *Genzan* die Gentiane (Enzian), falls dies heilkräftige Kraut auch zur Blutstillung verwendet wurde. Mythische Reste sollte man in diesen denkbar simpelsten Handlungen grundsätzlich nicht wittern.

Der zweite Merseburger Spruch verführt ja durch seinen Reichtum an Götternamen, mehr hinter ihm zu suchen; daß er für uns die einzige westgermanische Quelle eines Göttinnenkreises bildet, fordert mythologischen Spürsinn geradezu heraus. Die Personen, die in ihm auftreten, darf man gewiß rückhaltlos für deutschen Götterglauben verwerten, gleichviel, ob man den Spruch für eine heidnische Contrafactur christlicher Muster hält oder das Umgekehrte vorzieht oder endlich, wie ich tun möchte, selbständige Parallelbildungen des heidnischen und des christlichen Typus annimmt, die sich dann im Einzelnen gegenseitig berühren mochten. Die Handlung ist in ihrer Grundlage wieder die übliche paradigmatische, die den gewünschten Heilvorgang nachformt und diese Nachformung zum Vorbild stempelt. Das lahmende Pferd soll geheilt werden: so wird ein Reiter hingestellt, dessen Pferd sich den Fuß verrenkt, und ein heilkräftiges Wesen macht das Tier gesund. Was wäre einfacher? In den meisten Sprüchen des Typus kommen nur die unentbehrlichen Ingredientien zur Anwendung.

Im zweiten Merseburger Spruch treten freilich noch vier besprechende Göttinnen hinzu. Dadurch entsteht wieder die beliebte Dreiheit des Vorgangs: zwei weibliche Paare, dann der Mann: erst der dritte Act ist für die Schlußformel und -wirkung maßgebend. Das Besondere der drei Scenen haben wir nicht aus dem Mythus, sondern aus dem Leben zu erklären. Handelt es sich um eine Cooperation der Fünfe? Schwerlich. Die Göttinnen bemühen sich wohl vergebens: dem Gotte gelingt's, was ausdrücklich betont wird: *sô he wola conda*. Taucht da nicht ein Culturbild vor uns auf, ein alter Zug aus dem Concurrenzkampf heilkundiger Männer und Frauen? Die weisen Frauen versagen, auch wenn sie zu zweien, ja zu vieren auftreten: der weise Mann, der Priester kann es sofort. Wendet euch nicht an die Kräuterweiber, sondern an den klugen Schäfer! —

Der Spruch *contra rehin*, aus der Hs. 58/275 der Züricher Wasserkirche, liegt mir in einer Photographie vor, die ich Wilhelm Meyers

Güte verdanke. Der Schreiber hat ihn ersichtlich in zweihebigen Reimzeilen gelesen; doch ist es mindestens sehr fraglich, ob er damit Recht gehabt hat, und für Erklärung und Herstellung möchte ich diese durch Reimpuncte bezeichnete Auffassung der Form um so weniger verwerten, als mindestens die Zeile *war comedvdo* des Reimes entbehrt; auch die übrigen anscheinenden Reime haben manches Bedenkliche.

Marhphar im Eingang ist ganz unzweideutig zu lesen. Ich teile ab: *Mar hphar* und fasse das *hph* als unsichere Schreibung des *ph*; auch *th* und *ch* werden bekanntlich oft durch *ht* und *hc* wiedergegeben: es läge in *hph* eine Verbindung von *hp* und *ph* vor, ähnlich wie in dem verbreiteten *hch* (Braune, Ahd. Gr. 145, 3) oder wie in dem *fpf*, das Weinhold, Alem. Gr. S. 121, verzeichnet. Die Schreibung *ph* statt *f*, *v* in einem alem. Denkmal ist an sich nicht auffällig. — *tar* darf trotz dem späteren *du, do, dine, daz, dir* nicht auffallen, wenn wir Pausa vorher annehmen; es müßte nach dem Notkerschen Gesetze ja auch *taz tir* heißen, aber inconsequent vereinzelte Wirkungen der Notkerschen Sandhigesetze sind bis ins tiefe Mhd. hinein reichlich bezeugt. Nur wird man gut tun, *tar* relativisch zu fassen, wodurch eben eine Pausa gerechtfertigt würde. — Da ich das erste *h* in *marhphar* zum zweiten Wort zog, fasse ich *marh* in *marhwas* nicht als 'Mahr', sondern als 'Mark'. *munt* und *marh* weiß ich als alliterierende Formel zwar sonst nicht nachzuweisen; aber beide Worte sind in Verbindungen wie 'Mark und Bein', 'Mund und Auge' oft bezeugt und eignen sich zur Vereinigung vortrefflich: *munt* die äußere Eingangspforte des Leibes, *marh* sein Innerstes. An *munt* 'Schutz' möchte ich keinesfalls denken: das Wort war außerhalb der juristischen Terminologie im 12. Jahrhundert längst veraltet. — Ich übersetze also: 'Mahr, fahre unter keinen Umständen dahin, wo Mund oder Mark war'. Das asyndetische *munt was, marh was* ist unbedenklich. Über das auffällige Prät. *was* und über das Sätzchen *war comedvdo* später. Der Mahr hat bei dem Menschenleibe, bei Mund und Mark, nichts zu suchen.

Das dann Folgende will ich zunächst ohne jede Änderung zu verstehen suchen. *dinee* löst sich am leichtesten auf in *dîne ê*, 'füge dich deinem Gesetz, fahre in den Bereich deiner Ordnung'. *ciprige* kann ohne Correctur nur heißen: 'geh zu Brei'. *bri* ist Ausdruck für Hausmannskost, für Alltagsnahrung. Statt des Imperativs *gê* würde man eher *ganc* oder wenigstens *gâ* erwarten; doch ist im 12. Jahrhundert auch *gê* alem. nicht mehr so auffallend, daß diese Reimform die gegebene Deutung ausschlösse.

Endlich die umstrittene *marisere*. Den Einfall *marisêwe* hat schon Müllenhoff erledigt. Ich bleibe auch hier beim Buchstaben: *mar-isere* = 'verbena incubi', das Eisenkraut des Mahrs. Neben *iserne* und *isentne*

ist auch *isere* für diesen Pflanzennamen bezeugt (vgl. Gll. III, 545, 43); daß das Eisenkraut *gar wunderleicheu werch* hat und *den zaubrærn gar nutz ist*, berichtet MEGENBERG (380, 20. 424, 10). So war es sehr geeignet zur Behausung des Mahrs, des Dämons, der ja auch in dem vielumstrittenen Pariser und Münchener Spruch 'Contra caducum morbum' in eine Staude gebannt wird. Der Schluß bedeutet also: 'fahre in deine ordnungsmäßige Stätte, begib dich nach Hause in dein Mahrenkraut'.

Im Hinblick auf den ags. Hexenstichsegen läge es nahe, aus den Worten *ciprige* herauszulesen *ci perge* 'fahre ins Gebirge' (*fleoh þær on fyrgen*). Das öde Gebirge wäre schon die rechte Statt für den gebannten Dämon. Aber diese Vermutung ist doch wohl entbehrlich.

Dagegen bedarf das *munt was, marh was* einer Deutung. Es weist auf ein Präteritum auch des Hauptsatzes hin; also *uuar* (*fuar*) statt *uar*. So erhalten wir wieder einen präteritalen, wenn auch nicht epischen Eingang: 'Ein Mahr fuhr früher durchaus nicht (*niene* = *nien ê*) dahin, wo Mund oder Mark war'. Jetzt versteht man auch die rückschauende Frage: 'wohin kamst du damals?' Die Antwort erfolgt durch die Schlußformel; die *ê* des Mahrs, sein alter und normaler Aufenthaltsort, ist seine Staude[1].

[1] Anhangsweise sei noch JACOB GRIMMS alte Vermutung zum Weingartner Reisesegen *sældedor* statt *selgidor* verteidigt. MÜLLENHOFF lehnte das *sældedor* neben *sigidor* als zu abstract ab. Aber es sei dem gegenüber auf die Formel *sige unt sælde* verwiesen (Neidh. 50, 12; jung. Tit. 4449, 7), die jedenfalls die Möglichkeit einer derartigen Paarung erweist. EDW. SCHRÖDER weist mich auch auf das Compositum *sigesælec* hin.

Ausgegeben am 18. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1915.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

18. März. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Beckmann sprach über Bleiweiß und Lithopone. (Erscheint später.)

Als weiße Maler- und Anstrichfarben konkurrieren Bleiweiß und Lithopone, von denen das erste widerstandsfähiger gegen Atmosphärilien, letzteres aber beständig gegen Schwefelwasserstoff ist. Lithopone kann durch Licht verändert werden. Zusammen mit Dr. Wuorinen hat der Vortragende Versuche über diese Lichtempfindlichkeit angestellt. Sie tritt nur rasch ein bei direkter Belichtung und Gegenwart von Luft von bestimmter relativer Feuchtigkeit. Aus den Versuchen ergibt sich, daß die entstehende dunkle Farbe wahrscheinlich auf der Bildung von Zinksuboxyd beruht. Das Dunkelwerden wird beschleunigt durch Halogen, wenn es in fester Lösung vorhanden ist, sowie durch Zinkionen. Bekämpfen läßt sich die Schwärzung durch Verfahren und Zusätze, welche der Ionenbildung entgegenwirken, sicher sind diese Mittel aber nicht. Es ist jedoch relativ leicht, reine Ausgangsmaterialien zu verwenden und dadurch zu lichtechten Präparaten zu gelangen.

2. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Hrn. Waldeyer in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 25. Februar vorgelegten Abhandlung des Hrn. Geh. Medizinalrats Prof. Dr. Hans Virchow in Berlin: Gesichtsmuskeln des Schimpanse in den Jahrgang 1915 der Abhandlungen.

Bei einer peinlich genau, mit Hilfe der Doppellupe, durchgeführten Präparation der Gesichtsmuskeln eines weiblichen Schimpansekindes von 55 cm Scheitel-Steiß-Länge zeigte sich, daß neben einer Anzahl besonderer Verhältnisse, welche von denen des Menschen abweichen, auf der anderen Seite in vielen selbst ganz feinen Zügen Übereinstimmung mit den letzteren besteht. Alles in allem weicht die Gesichtsmuskulatur weit weniger von der des Menschen ab als die Knochengestalt. In der Höhe der Differenzierung steht der Schimpanse nicht hinter dem Menschen zurück; es hat sich sogar durch diese genaue Untersuchung in der Mundmuskulatur ein Grad von Komplikation gezeigt, welcher den bisher vom Menschen beschriebenen übersteigt.

3. Die Akademie genehmigte weiter die Aufnahme einer von Hrn. Burdach in der Sitzung der philosophisch-historischen Klasse vom 11. März vorgelegten, von Hrn. Prof. Dr. Albert Leitzmann in Jena

besorgten Ausgabe von Briefen an Karl Lachmann aus den Jahren 1814—1850 in den Jahrgang 1915 der Abhandlungen.

In 90 Briefen (aus Lachmanns Nachlaß: Stadtbibliothek zu Braunschweig) kommen zu Worte Jugendfreunde wie Lücke, Bunsen, Klenze, seine akademischen Lehrer Gottfried Hermann (mit wertvollen Briefen), Heeren, Benecke (mit Briefen zur Erklärung Wolframs), Dissen, Führer des nationalen und gelehrten Lebens wie Schleiermacher, Ernst Mor. Arndt, Savigny, Böckh, Genossen und Schüler aus dem Bereich deutscher und klassischer Philologie wie Zeune, von der Hagen, Docen, Uhland, Massmann, Hoffmann von Fallersleben, Simrock (mit 2 köstlichen Briefen), Friedrich Jacob (Lachmanns Amtsnachfolger in Königsberg), Schneidewin. Lachmanns Studien- und Kriegszeit, seine Königsberger Anfänge (Briefwechsel mit dem kontrollierenden Schulrat Dinter), seine reichen herzlichen Beziehungen, seine wissenschaftliche Autorität und sein Charakter, die Entwicklung der Philologie treten in helles, auch neues Licht.

4. Das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hermann Graf zu Solms-Laubach in Straßburg hat am 16. März das fünfzigjährige Doktorjubiläum gefeiert; aus diesem Anlaß hat ihm die Akademie eine Adresse gewidmet, die weiter unten abgedruckt ist.

Seine Majestät der Kaiser und König haben durch Allerhöchsten Erlaß vom 15. Februar die Wahl des ordentlichen Professors an der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin Geheimen Regierungsrats Dr. Friedrich Meinecke zum ordentlichen Mitglied der philosophisch-historischen Klasse zu bestätigen geruht.

Das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Johannes Strüver in Rom ist am 21. Februar verstorben.

Die bisherigen korrespondierenden Mitglieder der philosophisch-historischen Klasse HH. Edmond Pottier und Emile Senart in Paris sind auf ihren Wunsch aus der Liste der Mitglieder gestrichen worden.

Adresse an Hrn. Hermann Grafen zu Solms-Laubach zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 16. März 1915.

Hochverehrter Herr Kollege!

Als Sie vor 50 Jahren auf Grund Ihrer Dissertation »De Lathraeae generis positione systematica« an der Universität Berlin zum Dr. phil. promoviert wurden, hatten Sie schon unter der Leitung Ihrer unvergeßlichen Lehrer Al. Braun und De Bary ein tiefgehendes Interesse an der gesamten Pflanzenwelt gewonnen, welches weiterhin während einer fünfzigjährigen Tätigkeit in der mannigfachsten Weise, die Botanische Wissenschaft fördernd, zum Ausdruck kam. Wie Al. Braun und De Bary verstanden Sie es, morphologische und entwicklungsgeschichtliche Studien mit systematischen zu verbinden. Die Beschäftigung mit Lathraea hatte Sie angeregt, nunmehr auch die meisten anderen parasitären Blütenpflanzen gründlich zu untersuchen und namentlich die Vereinigung ihrer Absorptions- und Leitungsgewebe mit dem Gewebe der Nährpflanzen zu verfolgen. So wurden die Santalaceen, Loranthaceen, Balanophoraceen, Rhinantheen, Rafflesiaceen, Hydnoraceen, Orobanchaceen und Lennoaceen von Ihnen in verschiedenen Abhandlungen bearbeitet. Nebenher aber gingen Studien an niederen Pflanzen. So gelang es Ihnen, nachdem Bornet und Thuret die Befruchtungsvorgänge einiger Florideen entdeckt hatten, dieselben bei Batrachospermum nachzuweisen, und viele Jahre später gaben Sie eine Darstellung der schwierig zu untersuchenden Fortpflanzungsverhältnisse von Corallina.

Auch den Moosen hatten Sie schon frühzeitig eingehendere Beachtung geschenkt, und von den Familien der Blütenpflanzen bearbeiteten Sie außer den vorher genannten parasitischen Gewächsen die Caricaceen und Pandanaceen. So waren Sie durch Ihre Vielseitigkeit nicht nur dazu berufen, eine erfolgreiche Lehrtätigkeit auszuüben, sondern dieselbe erwies sich auch besonders von hohem Wert, als Sie im Jahre 1888 die Redaktion der Botanischen Zeitung übernahmen

und derselben viele Jahre hindurch eine hervorragende Stellung unter den botanischen Zeitschriften sicherten. Aber auch dann noch, als Sie durch Lehr- und Verwaltungstätigkeit vollauf in Anspruch genommen waren, traten Sie an neue wissenschaftliche Aufgaben heran. Mit ungewöhnlicher Gründlichkeit vertieften Sie Sich in das Studium der fossilen Pflanzen, namentlich der älteren Perioden, und trugen damit wesentlich dazu bei, die Unsicherheit, welche auf diesem Gebiet geherrscht hat, einzuschränken.

Mit großer Unermüdlichkeit reisten Sie von Museum zu Museum und suchten auf Grund von Dünnschliffen gut erhaltener Petrefakten die anatomischen Verhältnisse derselben im Vergleich mit der Anatomie lebender verwandter Formen zu deuten. So ist Ihre Einleitung in die Palaeophytologie ein Werk von dauerndem Wert geworden.

Auch die Veränderungen, welche mit einzelnen Kulturpflanzen allmählich vor sich gegangen sind, haben Sie so genau, als es bei den derartigen Untersuchungen unausbleiblich in den Weg tretenden Hindernissen möglich war, verfolgt. Ihre Schriften über die Herkunft und Domestikation des gewöhnlichen Feigenbaumes, über den Ursprung und die Geschichte des Weizens, die Geschichte der Tulpen in Mittel- und Westeuropa lassen erkennen, mit welcher Unermüdlichkeit Sie alle Wege, welche nur einigermaßen Klärung der Geschichte unserer Kulturpflanzen in Aussicht stellen konnten, verfolgt haben. Auch in Ihrem Werk »Allgemeine Pflanzengeographie« haben Sie das entwicklungsgeschichtliche Prinzip eingehend berücksichtigt.

Allen Ihren Arbeiten sieht man an, daß Sie an dieselben mit großer Forschungsfreudigkeit herangegangen sind.

Die Königliche Akademie der Wissenschaften beglückwünscht Sie dazu, daß Sie Sich diese Freudigkeit bis jetzt bewahrt haben, und wünscht, daß es Ihnen auch weiterhin vergönnt sein möge, Ihren Forschungstrieb im Interesse der von Ihnen geliebten Wissenschaft zu betätigen.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ägyptische Dokumente aus der Perserzeit.

Von Eduard Meyer.

(Vorgelegt am 11. Februar 1915 [s. oben S. 151].)

1. Eine eschatologische Prophetie über die Geschichte Ägyptens in persischer und griechischer Zeit.

Im Jahre 1877 hat E. Revillout einen demotischen Papyrus besprochen und in den folgenden Jahren eingehend behandelt, den er zunächst für eine »demotische Chronik« aus der Perserzeit hielt — dieser Name ist dem Text geblieben —, dann aber als einen Kommentar zu Prophezeiungen erkannte, die auf geschichtliche Ereignisse der Perserzeit gedeutet wurden. Wenn er auch den allgemeinen Zusammenhang richtig erfaßt hat, blieb doch das einzelne meist so problematisch, daß es unmöglich war, seine Ergebnisse für historische und literarische Arbeiten zu verwerten; wo das doch geschehen ist, haben sich die auf seine Übersetzungen gebauten Kombinationen fast überall als unhaltbar erwiesen.

Inzwischen aber sind die lange Zeit hindurch fast völlig vernachlässigten demotischen Studien eifrig wiederaufgenommen und ganz wesentlich gefördert worden. So hat sich W. Spiegelberg entschlossen, einem oft an ihn herangetretenen Wunsche folgend, den Text in einer vortrefflichen Publikation aufs neue vorzulegen und eingehend zu bearbeiten[1]. Er konnte sich dabei der fördernden Mitarbeit Sethes erfreuen. So liegt der Text jetzt in einer Bearbeitung vor, welche es auch dem Fernerstehenden, dem ein Eindringen in die Mysterien der demotischen Schrift versagt ist, möglich macht, ihn zu benutzen. Er ist nach vielen Richtungen so lehrreich, daß ich, einer Aufforderung Spiegelbergs folgend, den Versuch wage, einiges zu seiner weiteren Aufhellung beizutragen.

[1] Die sogenannte demotische Chronik des Pap. 215 der Bibliothèque nationale zu Paris, nebst den auf der Rückseite des Papyrus stehenden Texten, herausgegeben und erklärt von Wilhelm Spiegelberg (Demotische Studien, Heft 7). Mit neun Lichtdruck- und vier Steindrucktafeln. Leipzig, Hinrichs, 1914.

Der Papyrus ist das Mittelstück einer Handschrift; zu Anfang wie am Schluß fehlen mehrere Kolumnen. Über die Art, wie sich der Schreiber seine Rolle aus schon einmal beschriebenen Papyrusstücken gebildet hat, wird bei Besprechung der Rückseite weiter zu reden sein; hier genügt die Bemerkung, daß in col. 1—3 noch einzelne Spuren eines ausgelöschten griechischen Textes erkennbar sind. Nach den Formen der Buchstaben weisen ihn Schubart und Plaumann der älteren Ptolemäerzeit zu. Auch der demotische Text, der an seine Stelle getreten ist, gehört nach den Schriftzeichen, wie Spiegelberg ausführt, noch dem 3. Jahrhundert an; die Schrift ist unterägyptisch, wozu stimmt, daß er während der Expedition Napoleons in Kairo von einem Soldaten erworben ist.

Der Text zerfällt in Abschnitte, die durch eine Überschrift (oder Unterschrift)[1], die immer eine besondere Zeile bildet, bezeichnet und durchgezählt waren. Leider ist das Wort, mit dem diese Stücke bezeichnet werden, nicht sicher lesbar und sonst unbekannt; Spiegelberg gibt es zweifelnd durch »Tafel« (»Holztafel«) wieder, es mag aber auch ganz etwas anderes bedeuten. Am Schluß von col. I, von der nur wenige Zeichen der Zeilenenden erhalten sind, ergänzt Spiegelberg wohl mit Recht »siehe(?) die 6te Tafel(?)«; auf col. II Z. 7 steht dann »siehe(?) die 7te Tafel(?)«, und so geht es weiter bis col. VI Z. 13 »siehe(?) die 13te Tafel(?)«, und am Schluß der Kolumne Z. 22 »Siehe« mit leerem Raum dahinter, wozu Spiegelberg zu Anfang der nächsten Kolumne »die 14te Tafel(?)« ergänzt. Von col. VII sind nur noch Reste des ersten Zeichens jeder Zeile erhalten.

Der Text jeder »Tafel« besteht aus sehr dunklen Orakelworten, die der Reihe nach interpretiert werden; diese Deutung ist jedesmal durch ein Spatium von dem Spruch getrennt und durch *dd* oder gelegentlich *ɔwf dd* oder *ɔɔrf dd* »er sagt«, »er meint«, »das heißt« oder ähnlich (in col. V mehrfach auch »das, was er damit sagen will, heißt ...«[2]) eingeleitet. Diese Interpretation deutet die Sprüche auf die Geschichte der selbständigen ägyptischen Dynastien der Perserzeit zu Anfang des 4. Jahrhunderts und die folgenden Ereignisse bis in die griechische Herrschaft hinab, ist also sicher unter dieser verfaßt. Genaueres läßt sich nicht sagen, da der Schluß fehlt, und wir daher

[1] Spiegelberg betrachtet sie als Überschriften. Nach dem sonst im Altertum meist üblichen Brauch bei Zählungen, z. B. bei Gesetzen, aber auch bei Buchrollen u. ä., möchte ich sie lieber zum Schluß des vorhergehenden Abschnitts ziehen und als Unterschriften betrachten. Dazu stimmt, daß die demotische Gruppe für »siehe(?)«, wie mir Spiegelberg mitteilt, sonst stets nach Aufzählungen steht. Sachlich kommt jedoch nichts darauf an, und so behalte ich Spiegelbergs Zählung der »Tafeln« bei.

[2] In col. 5, 6 und 9 stehen noch ausführlichere Wendungen, in denen der Orakelverkünder direkt angeredet zu werden scheint: »Das ist, damit meinst du« u. ä.

nicht wissen, bis in welche Zeiten die geschichtliche Deutung hinabreichte. Für den Orakeltext selbst läßt sich irgendein Zusammenhang nicht gewinnen; er ist, wenn wir von der Deutung absehen, unverständlich wie eine Hexenformel. Er operiert mit allen möglichen Götternamen, Anspielungen auf Kulte und Mythen, daneben mit Monatsnamen, Monatstagen, den Priesterphylen u. a.; auch an dunklen Andeutungen sowohl der Heimsuchung Ägyptens wie freudiger Ereignisse fehlt es nicht. Sprachlich unterscheidet er sich in nichts von der Deutung, und es erscheint ganz ausgeschlossen, daß er etwa aus wesentlich früherer Zeit stammte; vielmehr weist alles darauf hin, daß Text und Interpretation gleichzeitig, d. h. eben im 3. Jahrhundert, in der Zeit, in der der Papyrus geschrieben ist, entstanden sind.

Um weiterzukommen, ist es unumgänglich, zunächst einen Überblick der geschichtlichen Ereignisse zu geben, auf die der Text gedeutet wird. Freilich ist unsere Kenntnis derselben dürftig genug. Wir wissen, daß Ägypten sich im Jahre 404 von der Perserherrschaft befreit hat[1]. Der erste einheimische Pharao war nach Manetho Amyrtaeos aus Sais, der für sich allein die 28. Dynastie bildet und 6 Jahre, 404—399, regiert hat; der Papyrusfund von Elephantine hat uns zum erstenmal ein Dokument aus seiner Regierung, aus seinem 5. Jahre (400 v. Chr.), geliefert[2]. In seine Zeit fällt der Aufstand des jüngeren Kyros; und wenn bei Diodor 14, 35 erzählt wird, daß nach dessen Tode Tamos, der Statthalter von Ionien unter Kyros, mit der Flotte und den Schätzen nach Ägypten »zu Psammetich, dem König der Ägypter, einem Nachkommen des Psammetich« — natürlich des berühmten Begründers der 26. Dynastie — floh und von diesem umgebracht wurde, so wird er hier wohl einfach den Namen des Ahnen fälschlich auch auf den Nachkommen übertragen haben und dieser in Wirklichkeit Amyrtaeos sein; er stammte ja aus Sais, der Heimat und Residenz der 26. Dynastie[3].

---

[1] Dieser Abfall Ägyptens wird von Xenophon in der Anabasis II, 1, 14. 5, 13 erwähnt. Die aufständische Bewegung, die zur Zerstörung des Jahwetempels der jüdischen Militärkolonie in Elephantine im Jahre 410 führte und die wir durch den Papyrusfund von Elephantine kennen gelernt haben wird ein Vorspiel dazu gewesen sein. Für die Chronologie Manethos verweise ich auch auf meine Forschungen zur alten Geschichte II, 490 ff.

[2] Der König Rud-amon, den Lepsius mit Amyrtaeos identifizierte (LD. III, 284a), gehört in die Zeit der 23. Dynastie.

[3] Ein Vorfahre dieses Amyrtaeos wird Amyrtaeos ὁ ἐν τοῖς ἕλεσι βασιλεύς Thuk. I, 110, 112; Herod. II, 140 (vgl. Ktesias fr. 29, 32) sein, der im Jahre 460 mit dem (offenbar libyschen) Dynasten Inaros von Marea den großen, von Athen unterstützten Aufstand gegen die Perser unternahm und sich nach der Niederlage der Athener und der Gefangennahme des Inaros noch 449 behauptete; seinem Sohn Pausiris gaben die Perser das Fürstentum seines Vaters zurück, Herod. III, 15, wie dem Thamyras S. d.

Amyrtaeos' Regierung hat keinen Bestand gehabt; im Jahre 398 tritt an seine Stelle ein anderes Königshaus, aus Mendes, dessen erster Herrscher, Nepherites I. (nach Manetho 398—393) im Jahre 397/6 sich mit den Spartanern gegen Persien verbündet und ihnen Getreide und die Ausrüstung für 100 Trieren sendet, die aber zu Ende des Jahres von Konon bei Rhodos abgefangen wird[1]. Ihm folgt Hakoris (Ἄκορις Diod., Ἄκωρις Theopomp, Ἄχωρις Manetho, ägypt. *Hgr*) 392 bis 380, der mit den Athenern[2] und Euagoras von Salamis sowie mit den Pisidern und mit Barka in Verbindung tritt[3] und in dreijährigem Kriege (etwa 385—383 v. Chr.) einen Angriff der Perser abwehrt[4]. Diesen Erfolgen entspricht es, daß wir seinem Namen in den Tempelbauten Ägyptens nicht selten begegnen, während Nepherites I. in den Denkmälern nur ganz vereinzelt in Karnak[5] vorkommt.

Auf Hakoris folgt bei Manetho Psammuthis mit 1 Jahr = 379 v. Chr. und dann Nepherites II. mit 4 Monaten; die Liste des Eusebius schiebt zwischen beide noch einen König Muthes mit 1 Jahr ein (bei Synkellos p. 144f. ist er nach Nepherites II. gestellt), der aber bei der Summierung der Dynastie nicht mitgerechnet wird; so kann man auf die Vermutung kommen, daß er nur eine Variante des Psammuthes sei. Aus den Denkmälern kennen wir nur den Psammuthes, der in Karnak gebaut hat; auf einem Steinblock, wo er die Barke des Amon adoriert, wird in der ganz verstümmelten Rede des Gottes auch König Hakoris genannt, der also sicher sein Vorgänger und wohl sein Vater gewesen ist[6].

Inaros. Demselben Geschlecht wird Psammetich ὁ τῆς Λιβύης βασιλεύς angehören, der im Jahre 445/4 den Athenern Getreide schickte (Philochoros fr. 90 bei schol. Aristoph. vesp. 718; Plutarch Per. 37 sagt statt dessen ὁ βασιλεὺς τῶν Αἰγυπτίων ohne Namen).

[1] Diod. 14, 79, 2. 7, wo der König Νεφερεύς heißt. Bei Justin VI 2, 2 ist der Name in Hercynion korrumpiert.

[2] Das Bündnis Athens mit Ägypten, das Aristophanes im Plutos v. 178, aufgeführt 388 v. Chr., erwähnt, fällt in seine Regierung.

[3] Theopomp im 12. Buch (fr. 111) nach dem Auszug des Photios: περιέχει ὁ δωδέκατος λόγος περί τε Ἀκώριος τοῦ Αἰγυπτίων βασιλέως, ὡς πρός τε τοὺς Βαρκαίους ἐσπείσατο καὶ ὑπὲρ Εὐαγόρου ἔπραττε τοῦ Κυπρίου, ἐναντία πράττων τῷ Πέρσῃ, und nachher: εἶτα τίνα τρόπον Ἄκωρις ὁ Αἰγύπτιος πρὸς τοὺς Πισίδας ἐποιήσατο συμμαχίαν. Weiteres Diod. XV, 2—4. 9, 4.

[4] Isokrates paneg. 140, vgl. Gesch. d. Alt. V, § 897. Bei Diod. XV, 29 unter dem Jahre 377/6 ist dieser Krieg, bei dem zu Anfang Chabrias in den Diensten des Hakoris stand, fälschlich mit dem Angriff des Pharnabazos gegen Nektanebis, der erst 373 zur Ausführung kam, zusammengeworfen; vgl. Gesch. d. Alt. V, § 900.

[5] Lepsius, Denkm. III, 281 b. c; Wiedemann, Proc. Soc. Bibl. Arch. VII, 111. Eine aus seinem 4. Jahr datierte Mumienbinde bei Maspero, Hist. III, 753. Im übrigen siehe die vollständigen Zusammenstellungen der Denkmäler in Wiedemanns Gesch. Äg., und bis 1905 in Petries History of Egypt vol. III.

[6] Relief LD III, 259 a. b. Säulenfragment bei Wiedemann, Proc. Soc. Bibl. Arch. VII, 108. Der Steinblock mit der Amonsbarke und seiner vollen Titulatur: Maspero, rec. VI, 20.

Offenbar sind nach Hakoris' Tode und vielleicht schon zu Ende seiner Regierung Aufstände ausgebrochen, in denen seine Dynastie rasch nach mehreren Thronwechseln zugrunde gegangen ist. Der Begründer der neuen Dynastie, die aus Sebennytos stammt, ist Nektanebis I., der nach Manetho 18 Jahre (378—361) regiert hat. Von der Art, wie er auf den Thron gekommen ist, hatte Theopomp erzählt, im Zusammenhang mit dem Krieg des Euagoras von Cypern gegen die Perser (389—380)[1]; auch das zeigt, daß er schon vor seinem ersten offiziellen Regierungsjahr (378 nach Manetho) zur Macht gekommen sein muß. Dann folgte 373 ein neuer Angriff der Perser auf Ägypten, der aber nach anfänglichen Erfolgen im Hochsommer zusammenbrach, vor allem, weil Pharnabazos sich nicht zu einem entscheidenden Angriff auf Memphis entschließen konnte, wie Iphikrates gefordert hatte[2].

Sonst wissen wir von Nektanebis I. nicht viel. Man hat ihn, seit Mariette, immer mit dem König identifiziert, dessen Name *Nachteḥar-eḥbêt* geschrieben wird, während man Nektanebis II. (Nektanebos) mit dem König *Nachte-nebef* gleichsetzte[3]; jetzt zeigt der Papyrus, wie Spiegelberg hervorhebt, daß die beiden ihre Stellung zu tauschen haben und *Nachtenebef* = Nektanebis I. sein muß, und bringt dafür noch zwei weitere Beweise[4]. Auch ist ja klar, daß die Griechen zuerst den Namen *Nachtenebef* kennen gelernt haben müssen, den sie ganz zutreffend durch Nektanebis wiedergeben[5]; dann haben sie diesen Namen auch auf den ähnlich klingenden des *Nachteḥareḥbêt* übertragen.

---

[1] Fr. 111: καὶ ὡς Νεκτανίβιος παρειληφότος τὴν Αἰγύπτου βασιλείαν, πρὸς Λακεδαιμονίους πρέσβεις ἀπέστειλεν Εὐαγόρας. Daß er dann erst später die Verbindung des Hakoris mit den Pisidern erzählte (s. o. S. 290 Anm. 3) und daran zahlreiche weitere Exkurse anknüpfte, ergibt für die Chronologie bei seiner sprunghaften Art zu erzählen leider gar nichts. Nepos Chabr. 2, 1: Chabrias Nectenebin adiutum profectus regnum ei constituit mag dagegen richtig sein [gegen Gesch. d. Alt. V, § 897 A.], wenn auch Nepos die beiden Expeditionen des Chabrias nach Ägypten (nach 386, zunächst im Dienste des Hakoris, und 361/0 im Dienste des Tachos, dem er im Gegensatz zu Agesilaos treu blieb) zusammengeworfen hat. Da Chabrias im Jahre 379/8 wieder in Athen und hier Stratege ist, muß seine Unterstützung des Nektanebis vorher fallen, beweist also auch, daß dessen Erhebung spätestens 380 anzusetzen ist.

[2] Diod. XV, 42 f. (vgl. 38, 1) u. a. Gesch. d. Alt. V, § 900.

[3] Mariette folgerte aus der Anordnung der Apisgräber im Serapeum (über die eine abschließende Publikation nicht vorliegt), daß *Nachteḥareḥbêt* der ältere sein müsse, und Lepsius hat sich dem im Königsbuch S. 92, wenn auch mit Bedenken, angeschlossen, entgegen der früher von ihm in den Denkmälern befolgten Ordnung.

[4] S. 6: auf einem Grundstein des *Nachteḥareḥbêt* im Tempel von Hibis steht der Name des *Nachtenebef*, der also älter sein muß; S. 94 f.: eine demotische Steinbruchinschrift aus Ḥammamât sagt, daß ein Beamter unter *Nachteḥareḥbêt*, den Medern (d. i. Persern) und Ioniern (d. i. Makedoniern) tätig gewesen ist.

[5] Den ersten N. schreibt Theopomp fr. 111 Νεκτανίβις, Diodor XV, 42 Νεκτανέβις (var. -βης), Nepos Chabr. 2, 1 Nectenebis; Plutarch Ages. 36 ff. schreibt auch den zweiten Νεκτανάβις, während sonst die Namensform Νεκτανεβῶς durchgedrungen ist

Nachtenebef = Nektanebis I. begegnet uns in den ägyptischen Tempelinschriften ziemlich häufig; er hat das ganze Land beherrscht und in Philae, Edfu, Theben, Abydos, Memphis, Heliopolis u. a. gebaut[1]. Aus seinem ersten Jahr stammt ein Edikt, welches den Zehnten von allen in Naukratis über See eingeführten Waren und von allen dort gearbeiteten Fabrikaten der Göttin Neit von Sais überweist[2].

Sein Vater[3] führte den Namen, der hieroglyphisch *ḏdḥr* geschrieben und von den Griechen durch Ταχῶς[4] und in späterer Aussprache, so bei Manetho, durch Τεῶς wiedergegeben wird. Danach kann es nicht zweifelhaft sein, daß der nächste König, der ebendiesen Namen führt, ein Sohn Nektanebis' I. gewesen ist. Nach Manetho fällt seine zweijährige Regierung in die Jahre 360—359; aber aus Xenophon Ages. 2, 27 f. sehen wir, daß er schon im Jahre 366 zur Macht gelangt ist; er schickt damals an Agesilaos Geld, offenbar um Unterstützung durch spartanische Truppen zu erhalten. Daher kann er im Jahre 361 als πάλαι σύμμαχος γεγονὼς καὶ φίλος der Lakedämonier bezeichnet werden (Plut. Ages. 37)[5]. Ob er sich gegen Nectanebis I. empört hat, oder ob er etwa von ihm zum Mitregenten ernannt ist, läßt sich nicht entscheiden. In den Denkmälern kommt sein Name ein paarmal vor[6].

(Diod. XV, 92. XVI. 41. 48 ff.; Polyaen II, 1, 22; ebenso im Papyrus vom Traum des Νεκτανεβῶι [sic] und in der Alexandersage). Auch Manetho scheidet beide als Νεκτανεβις (var. -βης) und Νεκτανεβος. Eine korrektere Namensform Necthebis liegt bei Plin. 36, 67 vor, der einen von diesem in Heliopolis errichteten Obelisken erwähnt, den Ptolemaeos Philadelphos nach Alexandria überführen ließ. Nach Plin. 36, 89 hätte Necthebis allerdings 500 Jahre vor Alexander regiert und das Labyrinth erbaut; hier mag er mit dem Vater des Bokchoris (in Wirklichkeit Tefnacht) zusammengeworfen sein, dessen Name bei Athen. X, 418 e Νεοχαβις geschrieben wird [eine Erklärung für diesen von Alexis περὶ αὐταρκείας gegebenen Namen weiß ich nicht].

[1] Seine Inschriften in Medinet Habu und Karnak enthalten auch Reste von stereotypen Völkerlisten, aus denen geschichtlich nichts zu entnehmen ist: LD. V, 1 e (fälschlich unter die Äthiopen versetzt) und III, 287 e.

[2] Erman und Wilcken, Die Naukratisstele, ÄZ. 38, 1900, 127 ff.

[3] Berliner Sarkophag Nr. 7 (Katalog S. 272) bei Jéquier, Le livre de ce qu'il y a dans l'Hadès, p. 26. Sethe, Hierogl. Urkunden der griechisch-römischen Zeit, S. 26.

[4] Daneben findet sich bei [Aristot.] Oecon. II, 25 und 37 die Form Ταῶς, die den Übergang darstellt (bei Polyaen III, 11, 5 in Θαμῶς entstellt).

[5] Die attische Inschrift CIA. II, 60 (bei Kirchner Nr. 119) enthält die Reste eines Dekrets für drei Gesandte des Tachos (Pigres, Apollodoros, Zopyros). Nach dem Namen des Ratsschreibers kann sie nicht in die Jahre 363/2, 362/1, 361/0 gehören, und man hat sie daher ins Jahr 360/59 setzen wollen. Aber damals war Tachos schon gestürzt. So wird sie vielmehr in eins der Jahre 367/6—364/3 gehören, deren Schreiber nicht bekannt sind. So bestätigt sie, daß Tachos schon in diesen Jahren König gewesen ist. Damals war Athen mit Sparta eng verbündet; so ist es nur natürlich, daß Tachos mit ihm ebensogut Beziehungen angeknüpft hat wie mit Sparta.

[6] Architravinschrift von der Restauration des Chonstempels von Karnak: Bouriant, rec. XI, 153. Stein im Museum von Gize: Daressy, rec. XVI, 127. Denkstein aus seiner Zeit: Berlin 2143 (Katalog S. 312). Er fügt seinem Namen den Zusatz »bestätigt von Onuris« (dem Gotte des thinitischen Gaues) bei, ebenso wie sein Neffe und Nachfolger Nachteḥarehbêt sich »geliebt von Onuris« nennt.

Nachdem er seine Herrschaft gefestigt hatte, plante er einen Angriff auf das Perserreich, dem er Palästina und Phönikien entreißen wollte[1]. Im Jahre 361, nach der Schlacht bei Mantinea, traten sowohl Agesilaos wie Chabrias in seine Dienste. Der letztere hatte bei ihm entscheidenden Einfluß und hat ihm zahlreiche Finanzmaßregeln angeraten, um die für den Krieg nötigen Gelder zu beschaffen, darunter eine Reduktion der Einkünfte der Tempel und der Priester auf ein Zehntel und die Erhebung des Zehnten von aller Schiffahrt und allen Fabriken[2] — dadurch wurden auch die von Nektanebis der Neit von Sais gewährten Einkünfte aus Naukratis auf die Krone übertragen. Dann zog er mit dem Landheer und der Flotte nach Syrien. Aber während er erfolgreich in Phönikien vordrang, empörte sich in Ägypten sein Bruder, den er als Statthalter zurückgelassen hatte, und rief seinen Sohn Nektanebos (also *Nachteḥareḥbêt*), der beim Heere in Syrien stand, zum König aus. Nektanebos folgte der Lockung. Dadurch, daß Agesilaos zu dem Usurpator übertrat, brach Tachos' Macht zusammen; er mußte in Sidon und schließlich bei den Persern Zuflucht suchen[3]. In Ägypten erhob sich dann noch ein neuer gefährlicher Aufstand, unter einem neuen Prätendenten, der aus Mendes, der Heimat der 29. Dynastie, stammte. Nektanebos mußte sich zurückziehen und wurde in einer Stadt, deren Name nicht genannt wird, belagert; aber durch ein geschicktes Manöver überwältigte Agesilaos die Feinde (360 v. Chr.)[4]. Von da an war die Herrschaft des Nektanebos (Nektanebis II.) gefestigt. Auf seine weiteren Schicksale, die Abwehr eines ersten persischen Angriffs im Jahre 351 und die Besiegung durch Artaxerxes III. Ochos im Jahre 342[5], brauchen wir hier nicht einzugehen. Daß von *Nachteḥareḥbêt* ziemlich viele Denkmäler aus allen Teilen Ägyptens erhalten sind, ist bekannt.

Schwierigkeiten macht nur die Chronologie. Nach Manetho regiert Teos 2 Jahre = 360—359, Nektanebos II. 18 Jahre = 358—341. Aber diese Daten widersprechen, wie wir gesehen haben, den historischen Berichten, und so hat Kahrstedt[6] beide Daten um zwei Jahre hinauf-

[1] Diod. XV, 90.

[2] [Arist.] oecon. II, 25; die von den Ägyptern erhobenen Vorschüsse aus derselben Quelle auch bei Polyaen III, 11, 5; ferner [Arist.] oecon. II, 37 = Polyaen III, 11, 7. Zur Namensform s. S. 292 Anm. 4.

[3] Xenophon Ages. 2, 29. Plut. Ages. 36 ff. Diod. XV, 92 f. Theopomp und Lykeas von Naukratis bei Athen. XIV, 616e, vgl. IV, 150b.

[4] Diod. XV, 92, wo aber Nektanebos und Tachos miteinander verwechselt sind, so daß sein Bericht ganz konfus ist. Plut. Ages. 38.

[5] Zur Chronologie s. Kahrstedt, Forsch. zur Gesch. des ausgehenden fünften und des vierten Jahrhunderts S. 7 ff.

[6] A. a. O. S. 7 f. Vielleicht ist, gegen Kahrstedt, auch schon die Regierung des Nektanebis I. entsprechend hinaufzurücken, s. o. S. 291. Das 18. Jahr des Nektanebos II. (*Nachteḥareḥbêt*) wird in der großen Schenkungsurkunde von Edfu LD IV 43 f. = Brugsch Thesaurus 538 ff. mehrfach erwähnt (ebenso Schenkungen aus dem 1. Jahr des *Nachtenebef*).

gerückt, Teos (Tachos) 362—361, Nektanebos II. 360—343. Aber andrerseits ist mehrfach[1] nachgewiesen, daß in dem griechischen Papyrus, welcher von einem den Untergang des Pharaonenreichs verkündenden Traum des Nektanebos erzählt, das für diesen gegebene Datum ἔτους ιϛ Φαρμοῦθι κα εἰς τὴν κβ κατὰ θεὸν διὰ διχομηνίας zu Manethos Ansatz vortrefflich stimmt: nach Manetho ist das 16. Jahr des Nektanebos = 344/3, und in diesem fällt in die Nacht vom 21. zum 22. Pharmuthi = 5./6. Juli 343 in der Tat der Vollmond. Somit scheint es, daß Manetho doch die offizielle Rechnung gibt; wie das zu erklären ist und weshalb Nektanebos erst das Jahr 358 als sein erstes gerechnet hat, weiß ich nicht zu erklären. —

Die Interpretation der Orakel fingiert nun, daß sie unter König Tachos verfaßt sei; die vorhergehenden Könige und dieser selbst werden daher mit Namen genannt, die folgenden Ereignisse, von Tachos' Sturz an, liegen dagegen noch in der Zukunft und werden vorausgesagt, und daher wird hier auch kein Name mehr genannt, auch nicht der Nektanebos' II. Das ist also ungefähr dasselbe, wie wenn im Buch Daniel von Nebukadnezar, Belsazar, Darius, Kyros, unter denen der Seher gelebt haben soll, mit ihren Namen die Rede ist, freilich mit schon ganz sagenhaft entstellter Geschichte und Reihenfolge, die folgenden Ereignisse dagegen, das Ende der Perserherrschaft (z. B. Dan. 11, 2 f. »es erstehen noch drei Könige von Persien, und der vierte wird größeren Reichtum erwerben als alle, und wenn er durch seinen Reichtum stark geworden ist, wird er alles gegen das griechische Reich aufbieten. Und es wird ein Heldenkönig erstehen« [d. i. Alexander] usw.) und die Geschichte der makedonischen Reiche als zukünftig und daher durchweg ohne Namen verkündet werden. Zu der Deutung der rätselhaften Worte der »Tafeln« in unserem Papyrus bietet die Deutung der rätselhaften Wandinschrift in Belsazars Palast durch Daniel eine volle Parallele.

Wie im Danielbuch dieselben Ereignisse — die vier Weltreiche, die Zerteilung des makedonischen Reichs, die Verfolgung der Juden durch Antiochos — mehrfach und mit mancherlei Variationen im einzelnen voraus verkündet werden, so gibt auch der von unserem Papyrus erhaltene Teil zweimal die Deutung auf die gleichen Vorgänge. Er zerfällt daher in zwei Abschnitte[2]:

A col. II 1—III 16, Tafel 6—9.
B col. III 17—VI 22, Tafel 10—13.

---

[1] Witkowski, in somnium Nectonabi observationes aliquot, Eos XIV 1908, 17 f., und Archiv für Papyruskunde V, 573. Smyly, Archiv für Pap. V, 417.

[2] Über den Inhalt von col. I und VII läßt sich aus den ganz dürftigen Resten nichts ermitteln.

In A lautet der Orakeltext der 6. Tafel: »Der letzte Monatstag ist und der letzte Monatstag wird sein. Voll (?) ist der 1. 2. 3. 4. 5. 6. Monatstag. Man gibt (oder »wird geben«) den 7. Monatstag [dem] Ptaḥ.« Die dunklen Eingangsworte werden durch eine für uns eben so unverständliche Deutung erläutert[1]; dann aber werden die 6 ersten Monatstage auf die 6 ersten Könige des unabhängigen Ägyptens gedeutet: »Pharao Amyrtaeos, Pharao Nepherites I., Pharao Hakoris, Pharao Nepherites II., Pharao Nektanebis (*Nachtenebef*), Pharao Tachos.« Der letztere erhält abweichend von allen anderen nicht nur den Titel Pharao, sondern wird »König Pharao Tachos« genannt, ein deutlicher Hinweis auf die Fiktion, daß er zur Zeit der Orakeldeutung regiert[2]. Alles weitere gehört der Zukunft an. Der Schlußsatz: »man gibt (wird geben) den 7. Monatstag dem Ptaḥ« wird erläutert: »der Herrscher, der nach ihnen kommt (kommen wird), wird die Angelegenheiten (?) von Memphis untersuchen (?)«, worauf noch einige nicht sicher übersetzbare Worte folgen. Gemeint ist jedenfalls, daß dieser König die Herrschaft in der Reichshauptstadt Memphis gewinnt und für den Kult des Ptaḥ sorgt. Dieser neue König, der siebente der Reihe, kann nur Nektanebos II. sein, dessen Name aber, wie schon erwähnt, weder hier noch sonst im Papyrus genannt wird. Auf ihn müssen sich auch die auf der nächsten Tafel folgenden Sprüche und ihre Deutung beziehen, die freilich für uns auch in der Übersetzung so gut wie unverständlich sind; es ist von Zeremonien in der uralten sakralen Hauptstadt des Delta, der Doppelstadt Pe und Dep (Buto) die Rede, von der Bestattung in Pe im Monat Mechir (6. Monat) und der Krönung in Dep im Phamenoth (7. Monat)[3], und weiter vom Umherziehen des Fürsten im ganzen Lande. Deutlich dagegen ist das Folgende: »'Man tauscht links gegen rechts ein, rechts ist Ägypten, links Chor (Palästina und Phönikien)', das heißt: der, welcher in das Land Chor geht, welches die Linke ist, den tauscht man ein gegen den, welcher in Ägypten ist, welches die Rechte ist[4].« Darin hat Spiegelberg mit Recht eine An-

[1] Spiegelberg übersetzt im Anschluß an Sethe: »Das heißt: das Ende der Untersuchungen wird geschehen, welche durch die obigen Götter gemacht werden«. Dabei kann ich mir gar nichts denken. Es muß doch wohl etwas anderes darin stecken, etwa daß die Götter ihre Verheißungen erfüllen werden.

[2] Seltsamerweise hat Spiegelberg S. 14, Anm. 7 diese Erklärung zwar erwogen, aber verworfen. Vgl. Spiegelberg S. 64, 140, wo der regierende Ptolemaeos als »König Pharao« bezeichnet wird.

[3] In derselben Weise ist col. III, 9 ff. von Kämpfen im Mechir und der Krönung und Festsetzung des Königsnamens im Phamenoth die Rede, worauf im unmittelbar folgenden Pe und Dep genannt werden; dann folgt eine Erwähnung des Dedpfeilers von Mendes. Um diese Anspielungen zu verstehen, müßten wir von den Geheimnissen der ägyptischen Theologie und dem System, in das sie die Lokalkulte gebracht und gedeutet hat, weit mehr wissen, als bis jetzt der Fall ist.

[4] Der Ägypter orientiert sich bekanntlich nach Süden; daher liegt der Osten (Syrien und Phönikien) links.

spielung auf den Sturz des Tachos, als er in Phönikien stand, durch die Erhebung des Nektanebos II. in Ägypten erkannt.

Dann folgt, wieder ganz dunkel: »Der von Chnês (Herakleopolis), ihn fand der von Chmûn (Hermopolis); Chnês, Chnês, Chnês!«, mit der Erläuterung: »der von Chnês ist der Gott Harsaphes; es fand ihn der von Chmûn (Thouth), nämlich als Thouth nach Chnês ging, um sich nach dem zu erkundigen (?), was er dem Harsaphes für Ägypten befohlen hatte, was er ausgeführt hatte (?)«, und zu dem dreimaligen Ausruf Chnês: »das heißt: der, welcher nach Chnês gegangen war, er verläßt das Gesetz. Man machte . . . Chnês. Man läßt ihn Unheil (?) treffen, man läßt seinen Sohn Unheil (?) treffen« — oder vielleicht richtiger: »man ahndete an ihm die Sünde, man ahndete an seinem Sohn die Sünde«. Also der dreimalige Ausruf bedeutet, daß die Stadt Herakleopolis, den Frevler, der dorthin gegangen ist, und dessen Sohn das Verderben trifft. Ich denke, das kann sich nur auf den Usurpator aus Mendes beziehen, den Nektanebos II. im Jahre 360 mit Agesilaos' Hilfe besiegte. Die Stadt, bei der der Entscheidungskampf stattfand, wird in den griechischen Berichten nicht genannt; dürfen wir annehmen, daß das Herakleopolis (und zwar vermutlich, worauf Spiegelberg mich hinweist, die unterägyptische Stadt dieses Namens) gewesen ist? Daß der Usurpator mit seinem Sohne nach der Niederlage getötet wird, wird nicht berichtet, ist aber durchaus das natürliche.

Dann folgt auf der 8. Tafel: »Die erste Priesterphyle schließt den Riegel; die zweite Priesterphyle hat geöffnet; die dritte Priesterphyle hat vor der Uräusschlange geöffnet.« Das wird folgendermaßen erläutert: »Der Herrscher, der in Ägypten sein wird, er schließt die Riegel. Pharao wird ihn (den Riegel) öffnen«; zur zweiten Phyle: »Das heißt: der zweite Herrscher, der sein wird, öffnet ihn[1]«; zur dritten: »Der dritte Herrscher, der sein wird, über dessen Herrschaft wird man sich freuen. Der dritte Rest, der unter (*ḥn*) den Fremdvölkern sein wird (d. h. zu ihnen gehören wird), es freuen sich die Götter über seine Herrschaft.« So dunkel noch manches bleibt, so ist doch klar, daß hier drei Könige gemeint sind, die auf Nektanebos II. folgen und von denen der dritte noch zu den »Fremdvölkern« gehört (oder unter ihnen lebt); unter den Fremdvölkern (*ḫasut*) sind aber in diesem Text durchweg die Perser (Meder) verstanden. Somit liegt es am nächsten, hier an die drei Perserkönige zu denken, die auf Nektanebos II. folgen: Ochos (Artaxerxes III.), den Eroberer und

[1] In der Übersetzung bei Spiegelberg S. 15 sind diese Worte versehentlich ausgefallen.

Bedrücker Ägyptens, Arses und Darius III., die mildere Saiten aufgezogen haben mögen[1].

Dann folgen zahlreiche Sprüche, die sich auf die Wiederaufrichtung eines neuen nationalen Reichs beziehen, die man erwartet und die von Chnês (Herakleopolis) unter dem Schutz des dortigen Lokalgottes Arsaphes ausgehen soll. Das wird col. II, 25 deutlich gesagt: »ein Mann aus Chnês ist es, der nach den Fremdländern [d. i. den Persern] und den Ioniern (*Winn*) herrschen wird«; weiter col. III, 1: »'Nimm doch die Freude, Prophet des Harsaphes'. Das heißt: der Prophet des Harsaphes freut sich nach den Ioniern; es ist ein Herrscher in Chnês geworden«. Seine Erhebung, die Sammlung seines Heers, die Kämpfe, die Krönung, die Freude der Isis von Aphroditopolis wird dann eingehend verkündet. Den Abschluß bilden die Worte des Kommentars col. III, 16: »Freue dich über den Herrscher, der sein wird, denn er wird das Gesetz nicht verlassen.«

Aus diesem Abschnitt folgt in keiner Weise, daß der einheimische Herrscher, der auf die Griechen folgen soll, wirklich eine geschichtliche Person ist, daß also dieser Text tatsächlich während der seit Ptolemäos IV. beginnenden Aufstände oder gar nach denselben geschrieben wäre. Vielmehr handelt es sich hier um wirkliche Zukunftshoffnungen: nach der Fremdherrschaft erwartet man die Wiederherstellung des nationalen Staats durch einen gottgeliebten Herrscher, der das Gesetz beobachten wird. Beziehungen zu geschichtlichen Ereignissen haben wir also hier nicht zu suchen; wohl aber lernen wir die Stimmungen kennen, aus denen die Erhebungen gegen die Ptolemäer hervorgegangen sind. Warum die Hoffnungen gerade an Herakleopolis anknüpfen, das, wie wir schon gesehen haben, auch sonst in diesem Texte besonders hervortritt, läßt sich nicht sagen; es mag das in letzter Linie mit Vorstellungen der ägyptischen Theologie zusammenhängen, die in sehr alte Zeiten hinaufragen.

Damit ist der erste Abschnitt zu Ende, und Abschnitt B hebt mit col. III, 18 (Taf. 10) von neuem an; und diesmal wird weit mehr ins Detail eingegangen, und die Königsliste ist daher auch vollständiger als die vorige. Der Text lautet: »Gestern ist, was gegangen ist, heute das, was geworden ist.« Das »gestern« wird gedeutet als »der erste Herrscher, der nach den Fremdländern (*ḫasut*) kam, welches die Meder sind, Pharao Amyrtaeos. Nachdem man Recht (*hp* »Gesetz«,

[1] Ganz ausgeschlossen wäre es nicht, hier auch an den einheimischen König Chabbaš zu denken, der nach dem Nachweis von Wilcken (Ä. Z. 35, 85) und Spiegelberg (der Papyrus Libbey, Schriften der wissensch. Ges. in Straßburg I 1907, S. 2 ff.) in diese Zeit gehört und sich im Delta mindestens zwei Jahre lang behauptet hat. [Oder ist Chabbaš vielmehr der Usurpator, der von Nektanebos II. besiegt wird?] Spiegelbergs Deutung S. 15, 10 verstehe ich nicht recht.

hier ohne Artikel) gefunden hatte zu seiner Zeit, ließ man ihn tun die Gänge von gestern (?); es ist keine Herrschaft durch seinen Sohn nach ihm«.

Die wörtliche Übersetzung Spiegelbergs wird wohl später noch einmal etwas präziser gestaltet werden können. Jedenfalls ist der Sinn klar: durch Amyrtaeos wird der Fremdherrschaft ein Ende gemacht und die Herrschaft des »Gesetzes« aufgerichtet; aber dann fällt er dem »Gestern«, der Vergangenheit, anheim; sein Sohn folgt ihm nicht, seine Dynastie geht mit ihm zu Ende, in völliger Übereinstimmung mit Manetho. Daß unter den »Fremdländern (*ḫasut*)« das Perserreich zu verstehen ist, wird hier ausdrücklich bestätigt; es ist der altüberlieferte Ausdruck für die über Ägypten herrschenden Ausländer, mit dem ehemals die Hyksosherrschaft bezeichnet wurde. Für die Perser wird der Name der Meder (*Mti*) gebraucht[1], wie bei den Griechen, den Juden (Daniel 6, 1. 9, 1; »Perser und Meder« Daniel 5, 28. 8, 20; Esther 1, 3. 14. 10, 2), den Sabäern (Halévy 535): das ist also ein ganz allgemein herrschender Sprachgebrauch gewesen.

Im Gegensatz zu Amyrtaeos hat die folgende Dynastie längeren Bestand. Das »Heute« ist »der zweite Herrscher, der nach den Medern war, nämlich Pharao Nepherites. Weil er das, was er tat, gewissenhaft tat, ließ man seinen Sohn auf ihn folgen. Nach kurzer Zeit wurde er (der Sohn) abgesetzt (?)[2] wegen vieler Sünden, die zu seiner Zeit getan waren«. Dann folgt col. III, 22 eine zweite, ganz dunkle Erklärung des »Heute« und darauf auf col. IV eine nochmalige Wiederholung der Angaben über Amyrtaeos und Nepherites, mit mehreren ganz unverständlichen Zusätzen[3]. IV, 6 ff. geht das Orakel weiter: »Der dritte wurde abgesetzt (?); der vierte ist nicht gewesen; der fünfte ist voll; der sechste ist nicht gewesen; der siebente, Tag 10 ... ihm Tag 30.« Die Deutung lautet: »Der dritte Fürst, welcher unter[4] den

---

[1] Einen weiteren Beleg bietet die schon oben S. 291 Anm. 4 erwähnte demotische Inschrift aus dem Wâdi Ḥammâmât bei Spiegelberg S. 94 f.

[2] Diese Übersetzung von *tjw n* scheint freilich recht unsicher (ebenso col. IV, 6 und 14), vgl. Spiegelberg S. 87, zumal da er IV, 13 *tj n-f VI* durch »man gab ihm 6 (Jahre)« übersetzt. Ist nicht IV, 14 *tj n-f 'rkj* ebenso »man gab ihm den letzten Monatstag« zu übersetzen?

[3] Col. IV, 4 »damit meinte er den, welcher heute Herrscher ist«, bezieht sich offenbar auf das »Heute« des Orakeltextes (III, 20. 22). Was aber die weitere Deutung auf Nektanebis besagen soll und wie dieser überhaupt an dieser Stelle erwähnt werden kann, ist ganz unklar; auch sonst ist alles, was hier über diesen gesagt wird, völlig unverständlich.

[4] Während bei allen andern »nach (*m s3*) den Medern« gesagt wird, steht hier »unter (*ḫn*) den Medern«, d. h. »unter ihrer Herrschaft«, wie oben col. II, 21 beim »dritten Rest unter den Fremdvölkern«. Es wird aber doch wohl nur ein ungenauer Ausdruck sein und »zur Zeit des Perserreichs« bedeuten sollen.

Medern war, wurde abgesetzt(?). Weil er nämlich das Gesetz (*pꜣ hp*) verließ, gab man ihm noch zu Lebzeiten einen Nachfolger.« Das wäre also der schon erwähnte namenlose Sohn des Nepherites I. »Der vierte Herrscher, der nach den Medern war, nämlich Psammuthes, ist nicht gewesen, d. h. er war nicht auf dem Wege Gottes; man ließ ihn nicht lange Herrscher sein. Der fünfte Herrscher, der nach den Medern kam, nämlich Hakoris, Herr der Diademe, man ließ die Zeit seiner Herrschaft voll werden, weil er gegen die Tempel wohltätig war. Man stürzte ihn, denn er verließ das Gesetz, um nicht auf seine Brüder Rücksicht zu nehmen[1]. Der sechste Herrscher, der nach den Medern kam, nämlich Nepherites (II.), ist nicht gewesen, d. h. man befahl nicht, daß er bestehe. Es geschah, daß man das Gesetz zur Zeit seines Vaters verließ, (und so) ließ man nach ihm das Unheil (oder die Sünde) seinen Sohn ereilen.«

In diesem Text herrscht dieselbe Geschichtsauffassung wie im Alten Testament seit der vollen Ausbildung der Theologie und der Einführung des Gesetzes, so vor allem im deuteronomistischen Geschichtswerk (Richter und Könige) und dann in der Chronik: das religiöse Verhalten des Königs bestimmt seine Schicksale, wenn es ihm gut geht, ist er fromm, wenn es ihm schlecht geht, ist er gottlos gewesen. Maßgebend ist auch in der ägyptischen Darstellung das »Gesetz«, die göttliche Ordnung, wie sie in Ägypten seit der 26. Dynastie völlig durchgeführt und offenbar auch literarisch festgelegt ist, in derselben Zeit, in der in Juda das Gesetz des Deuteronomiums eingeführt wurde. Gewiß ist dies »Gesetz«, welches das Leben des Ägypters beherrschte, auch im geschichtlichen Leben von großer Bedeutung gewesen; wir werden annehmen dürfen, daß bei den fortwährenden Thronwechseln und Usurpationen der Perserzeit, deren Ursachen in der übrigen äußerst dürftigen Überlieferung gar nicht erkennbar sind, das religiöse Moment eine maßgebende Rolle gespielt hat oder wenigstens für die Bestrebungen ehrgeiziger Männer den Deckmantel abgab. Es muß damals in Ägypten eben so schwer gewesen sein, ein König nach dem Herzen Gottes zu sein, wie bei den Juden.

An Nepherites II. wird die Sünde seines Vaters Hakoris heimgesucht. Wie es scheint, bestand sie darin, daß dieser, obwohl er sonst ein frommer Herr war — er hat ja auch wirklich vielfach an den Tempeln gebaut —, die Rechte seiner Brüder nicht anerkannte (etwa bei der Thronfolge?) und dadurch einen Aufstand hervorrief, dem dann sein Sohn erlegen ist. Das stimmt zu Manetho, der dem Nepherites II. nur 4 Monate gibt. Dagegen läßt Manetho zwischen beiden

[1] So möchte ich, etwas von Spiegelberg abweichend, die Stelle verstehen.

den Psammuthes 1 Jahr lang regieren, und Eusebius' Liste nennt hier noch den Muthes, gleichfalls mit 1 Jahr; der Papyrus dagegen macht den Psammuthes zum Vorgänger des Hakoris. Die oben S. 290 erwähnte Inschrift zeigt, daß das falsch ist, daß Psammuthes vielmehr nach Hakoris regiert haben muß, wie Manetho angibt; das Orakel folgt hier also schon einer entstellten Überlieferung, wenn die Abweichung von der Geschichte auch noch nicht so arg ist wie in den gänzlich verwirrten Angaben Daniels über das babylonische und das persische Reich. Ganz unbekannt war bisher der Sohn des Nepherites I., für den ein Name nicht genannt wird; ob die Annahme, er sei mit dem Muthes des Eusebius identisch, wirklich das Richtige trifft, läßt sich nicht entscheiden. Daß auf Nepherites I. zunächst kurze Zeit sein Sohn gefolgt ist, wird wohl richtig sein; zu arger Gesetzesübertretung, wie col. IV 6 behauptet, wird er freilich nicht viel Gelegenheit gefunden haben[1], und bei der ersten Erwähnung col. III 21 sagt der Papyrus denn auch nur, daß er gestürzt wurde »wegen der vielen Sünden, die zu seiner Zeit begangen wurden«. In welchem Verwandtschaftsverhältnis Hakoris und Psammuthes zu ihm gestanden haben mögen, ersehen wir nicht.

Der siebente König des Orakels ist Nektanebis I, der achte Tachos; bei beiden werden nur Angaben über die Dauer ihrer Regierungen gegeben, im Anschluß an ganz dunkle Worte des Orakeltextes. Alles einzelne ist ganz unverständlich[2]; wir sehen nur, daß Nektanebis 19 Jahre, der Nachfolger ein Jahr erhält, »nämlich Tachos, der zu dem *ḫ3* seines Vaters geht«. Danach ist Tachos in der Tat der Sohn des Nektanebis (s. o. S. 292); ist gemeint, daß seine Jahre mit auf die seines Vaters gerechnet werden? Das würde dazu, daß er jedenfalls mehrere Jahre gleichzeitig mit Nektanebis I. regiert hat (o. S. 292), ganz gut stimmen. Jedenfalls sind die Jahre bei Manetho (18 + 2) und im Papyrus (19 + 1) verschieden verteilt, aber die Summe ist dieselbe.

Mit Tachos ist auch in B die Gegenwart erreicht; alles Weitere gehört der Zukunft an, und daher werden auch keine Namen mehr genannt.

---

[1] Vgl. was Polybios VII 7 über die syrakusanischen Lokalschriftsteller sagt, welche den Hieronymos, den Enkel Hierons, der als Knabe auf den Thron kam und nach 13 Monaten ermordet wurde, als einen fürchterlichen Tyrannen im Stil des Phalaris und des Apollodoros von Kassandrea schildern. Ganz analog ist übrigens auch die Geschichte der letzten Chaldaeerkönige bei Berossos (Jos. c. Ap. I 20, 146 ff.): Nebukadnezars Sohn Evilmarduk wird nach zwei Jahren von seinem Schwager Neriglisar getötet προστὰς τῶν πραγμάτων ἀνόμως καὶ ἀσελγῶς, Neriglisars Sohn Laborosoardoch, noch ein Knabe, wird nach 9 Monaten umgebracht διὰ τὸ πολλὰ ἐμφαίνειν κακοήθη.

[2] Spiegelbergs Übersetzung wird wohl in manchen Einzelheiten zu modifizieren sein, so Z. 14 init. (vgl. o. 298 Anm. 2); ob wir aber die Zahlenspielereien, mit denen hier operiert wird, je verstehen werden, ist sehr fraglich.

»Der Herrscher, der nach ihm kommen wird, 18 Jahre ist, was man ihm geben wird.« Dann wird das durch die Perser kommende Unheil ausführlich geschildert: »'Unsere Seen und Inseln sind voll vom Weinen (Tränen)', d. h. die Häuser der Ägypter werden keine Menschen[1] haben, um in ihnen zu wohnen. Nämlich von der genannten Zeit kann man sagen: die Meder werden sie ins Unglück stürzen; sie werden ihre Häuser nehmen und darin wohnen. 'Ich liebe den ersten Monatstag mehr als den letzten'. Was er sagt, ist: schöner ist das erste Jahr[2] als das letzte Jahr von den Zeiten, die sie erleben, d. i. die Meder.« Die Heimsuchung durch die Meder wird noch weiter zwei Kolumnen hindurch ausführlich geschildert, zum Teil mit dunklen und für uns unverständlichen Anspielungen auf ägyptische Sitten und Traditionen — wieviel würden wir von den gleichartigen Abschnitten im Alten Testament verstehen, wenn unsere Kenntnis der Sprache und der Anschauungen dort so lückenhaft wäre wie in Ägypten[3]? Dazwischen wird wiederholt (col. V, 7. 18. VI, 4. 14 f.) Pharao Nektanebos genannt, seine Kleidung und sein Sichelschwert beschrieben u. a. Wie das zu verstehen ist, sehe ich nicht. Ist er etwa mit *Nachteḥareḥbêt* zusammengeworfen, so daß beide Könige den gleichen Namen erhalten wie bei den Griechen, und sollte die Vorstellung zugrunde liegen, daß Nektanebos II. nach seiner Niederlage aus Äthiopien als Befreier zurückkehren wird? Wie es scheint, wird ihm vorgeworfen, daß er auf die Anhäufung von Schätzen bedacht gewesen sei[4]. Zu dem dreimaligen Anruf des Apis im Orakeltext (col. V, 12) lautet die Erläuterung: »'Apis, Apis, Apis', das heißt: Ptaḥ, Phrêʿ, Harsiesis, welches die Herren des Herrscheramts sind. Du vergaßest sie, als du Reichtum zu erwerben gedachtest. Sein Glück liegt (?) in den drei Malen. Denn Apis bedeutet die drei Götter, die er oben genannt hat: Apis ist Ptaḥ, Apis ist Phrêʿ, Apis ist Harsiesis«. Diese Stelle, welche den heiligen Stier von Memphis mit den drei Hauptgöttern des Reichs, dem Ptaḥ von Memphis, dem Sonnengott Rêʿ, und dem Horus Sohn der Isis, gleichsetzt, ist auch sonst für die Bedeutung des Apiskults und des aus ihm entwickelten Kults der Sarapis von großer Wichtig-

---

[1] Deutlich liegt hier das bekannte Wortspiel zwischen *rm* »weinen« und *rôme* »Mensch« zugrunde, das zu dem Mythus Anlaß gegeben hat, daß die Menschen (d. i. die Ägypter) aus den Tränen des Rêʿ entstanden sind.

[2] Die Deutung Tag = Jahr kehrt im Papyrus durchweg wieder; vgl. Daniels Deutung der 70 Jahre des Jeremias als Jahrwochen (9, 24).

[3] Ich verweise z. B. auf so dunkle Stücke wie Jesajas Orakel über Ägypten und Phönikien, c. 19. 23, oder den Schluß des Orakels Bileams Num. 24, 20—24, oder die Unmöglichkeit, späte eschatologische Prophezeiungen wie Jes. 24—27 und Deuterosacharja sicher zu deuten und chronologisch festzulegen.

[4] Davon ist auch schon col. 4, 4 f die Rede. Vgl. Diod. 16, 51, wonach er vor den Persern nach Äthiopien flieht τὰ πλεῖστα τῶν χρημάτων ἀναλαβών.

keit; beim Sarapis, dem verstorbenen Apisstier, kommt noch die Gleichsetzung mit Osiris dem Unterweltsgotte hinzu, und so εἷς Ζεύς, εἷς Ἅιδης, εἷς Ἥλιός ἐστι Σάραπις.

Den Abschluß bildet die Angabe col. VI, 19 f.: »es geschieht wieder zu der nämlichen Zeit, da sind es die Ionier, welche nach Ägypten kommen (werden), sie (werden) Ägypten lange Zeit beherrschen«[1]. Dann bricht der Papyrus ab; die Verkündung der Befreiung Ägyptens und der glücklichen Zukunft ist gewiß auch hier ebensogut gefolgt wie in A.

Ich stelle jetzt die Listen Manethos und des Papyrus zusammen:

	Manetho.	Pap. A.	Pap. B.
28. Dyn., Saiten	Amyrtaeos 6 Jahre	1. Amyrtaeos	1. Amyrtaeos
29. Dyn., Mendesier	Nepherites I. 6 Jahre	2. Nepherites I.	2. Nepherites I.
	Achoris 13 Jahre		3. Sein Sohn, abgesetzt
	Psammuthes 1 Jahr		4. Psammuthis
	[Muthes 1 Jahr]	3. Hakoris	5. Hakoris
	Nepherites II. 4 Monate	4. Nepherites II.	6. Nepherites II.
30. Dyn., Sebennyten	Nektanebis I. 18 Jahre	5. Nektanebis	7. Nektanebis 19 Jahre
	Teos 2 Jahre	6. Tachos	8. Tachos 1 Jahr
	Nektanebos II. 18 Jahre	Der Herrscher, der kommen wird	Der Herrscher, der kommen wird, 18 Jahre

Im allgemeinen stimmen die drei Listen überein; A läßt zwei ephemere Könige aus, die in B, wo auch sonst näher ins Detail eingegangen wird, und an anderer Stelle bei Manetho genannt werden; daß Manethos Anordnung historisch korrekter ist, haben wir schon gesehen.

Daß der Papyrus unter der griechischen Herrschaft nicht nur geschrieben, sondern auch verfaßt ist, der Text also kaum älter ist als die Handschrift, trotz der Fiktion, daß die Interpretation der Orakel unter Tachos gegeben wird, ist oben schon ausgeführt. Nichts weist darauf hin, daß die Orakelworte älter wären als die Deutung; vielmehr sind sie offenbar für diese verfaßt; ohne die Deutung würden sie völlig unverständlich sein. Somit hat in der verlorenen Einleitung wohl gestanden, daß unter König Tachos ein uraltes Orakel aufgefunden und nun von einem Interpreten gedeutet wird. Diese Erklärung würde sicher sein, wenn das Wort, mit dem die einzelnen Abschnitte bezeichnet werden, wirklich »Tafel« bedeutet, wie Spiegelberg vermutet; die nach sonstigen Analogien naheliegende Annahme, daß damals ein Prophet (oder ein göttliches Tier) aufgestanden sei und die Orakel ver-

[1] Es folgt noch eine Zeile, in der von »dem großen Hund, der zu essen findet«, die Rede ist. Die von Brugsch aufgestellte Deutung auf Alexander ist gewiß nicht richtig; es wird ganz etwas anderes darin stecken.

kündet habe, ist dadurch ausgeschlossen, daß das Orakel auch die Geschichte der Vorgänger des Tachos vorausverkündet (vielleicht griff es in den verlorenen ersten Abschnitten noch weit über Amyrtaeos hinaus in die ältere Zeit zurück), also fingiert wird, daß es aus einer beträchtlich älteren Zeit stammt als die Interpretation[1].

Im übrigen ist das Orakel ein Seitenstück zu den zahlreichen Prophezeiungen, die uns aus allen Zeiten der ägyptischen Geschichte erhalten sind[2]. Das Schema ist immer das gleiche: der Prophet, oder unter Bokchoris das wunderbare Lamm[3], verkündet eine große Katastrophe, die Ägypten treffen wird, die Eroberung durch fremde Barbaren, die Verwüstung der Tempel, die Aufhebung des Gottesdienstes, die Umwälzung aller sozialen Ordnungen, und dann die Verjagung der Fremden durch einen göttergeliebten König, die Wiederherstellung des Kultus und der festen Ordnungen und eine neue glückliche Zeit. Wie eng sich dieses Schema mit dem der alttestamentlichen Prophetie berührt, habe ich mehrfach hervorgehoben[4]: daß hier ein Zusammenhang vorliegt und das ägyptische Schema von den Israeliten übernommen und dann umgewandelt und vertieft ist, kann nicht zweifelhaft sein. Der große kulturgeschichtliche Wert unseres Papyrus besteht aber darin, daß uns hier eine spezielle, zeitgeschichtliche Ausgestaltung dieses Schemas aus frühhellenistischer Zeit vorliegt, die sich mit der gleichzeitigen Gestaltung bei den Juden überall aufs engste berührt; der Papyrus ist nur etwa ein halbes Jahrhundert älter als das Danielbuch. In beiden kommt zu dem allgemeinen Schema die Fiktion einer detaillierten Vorausverkündung der geschichtlichen Einzelereignisse hinzu, welche, da sie wirklich eingetroffen sind, für die wirklich auf die Zukunft bezüglichen Prophezeiungen Vertrauen erwecken und damit zugleich die nationalen Aspirationen stärken soll. Dazu kommt die Umsetzung der Nationalität und des

[1] Daß der Verkünder des Orakels in der Auslegung ein paarmal mit Du angeredet wird (oben S. 288, Anm. 2), beweist nicht, daß er als gegenwärtig fingiert wird; auch ließe sich eine derartige Interpretation, bei der er anwesend wäre und durch die seine Worte von Satz zu Satz unterbrochen würden, gar nicht recht anschaulich machen und müßte jedenfalls in ganz anderer Weise erzählt werden.

[2] Prophezeiungen des Apuèr aus dem mittleren Reich; des Lamms unter Bokchoris (demotisch und bei Manetho); des Amenophis S. d. Paapis bei Manetho; ἀπολογία κεραμέως an König Amenophis (griech. Papyrus). Auch der Traum des Nektanebos (griech. Pap.) gehört hierher; ferner der Petersburger Papyrus über die Befreiung Ägyptens durch Ameni = Amenemḥet I., die Osarsiphgeschichte bei Manetho, und, wie Wilcken erkannt hat, das Orakel an Mykerinos bei Herodot II, 133.

[3] Daß die Beschreibung dieses Lamms bei den Paroemiographen (unter τὸ ἀρνίον σοι λελάληκεν, aus Plutarch de proverbiis Alexandrinorum) auf Manetho zurückgeht, habe ich ÄZ. 46, 1909, 135f. gezeigt; die Beschreibung bei Aelian hist. an. XII, 3 (durch Apion vermittelt) ist daraus entstellt.

[4] Die Israeliten und ihre Nachbarstämme S. 451ff. Gesch. d. Alt. I, 2[3] § 297.

alten naturwüchsigen Volkstums in eine Kirche oder eine religiöse Sekte, die vollständig von absurd gewordenen, aber in ein theologisches Schema umgesetzten Satzungen und von dem Gedanken der Gesetzeserfüllung beherrscht ist, und der Glaube an den übernatürlichen Pragmatismus, welcher die irdischen Schicksale beherrscht und sie streng nach Verdienst und Schuld abmißt. So gewinnen wir einen lebendigen Einblick in die allgemeinen Strömungen dieser Epoche, aus der die Sondergestaltung bei den einzelnen Völkern und Religionen erwächst.

Und hier zeigt sich zugleich der Unterschied zwischen der geistigen Entwicklung des israelitischen Volks und der aller übrigen Völker des vorderen Orients; erst dadurch, daß dem Alten Testament die an sich gar nicht unbedeutenden literarischen und religiösen Schöpfungen dieser Völker zur Seite traten, ist es möglich, die alle anderen weitaus überragenden Leistungen Israels voll in ihrer Bedeutung zu würdigen. Das gilt auch noch vom Judentum und, wie wir jetzt sehen, selbst noch von der eschatologischen Literatur. Diese Produktionen, Daniel, die Apokalypse, Henoch, der vierte Esra usw., sind gewiß ebenso wie Esther, Judith, Tobias u. a. keine erfreulichen Erscheinungen, sondern recht unerquickliche Erzeugnisse der fortschreitenden geistigen und religiösen Erstarrung in einem Wust von Formalismus und Aberglauben; aber auch wenn wir in Betracht ziehen, daß unser Papyrus vielfach einen besseren Eindruck machen würde, wenn wir ihn wirklich einigermaßen vollständig verstehen und übersetzen könnten, liegt doch klar vor Augen, wie tief er immer noch unter den gleichartigen Erzeugnissen des Judentums steht.

II. Gesetzsammlung des Darius und Erlaß des Kambyses über die Einkünfte der Tempel.

Von nicht minderem Interesse als die Prophezeiungen sind die Texte, die auf der Rückseite der Rolle stehen. Es sind drei ganz verschiedenartige Stücke, die hier zusammengewürfelt sind, von drei verschiedenen Händen geschrieben; und zwar sind von jedem nur einzelne Kolumnen erhalten. Die Frage, wie sie sich hier zusammengefunden haben, hat Spiegelberg als unbeantwortbar bezeichnet und sich jeder Vermutung darüber enthalten. Ich glaube, sie ist doch keineswegs unwichtig und läßt sich auch ganz gut aufklären. Offenbar hat der Schreiber der Prophezeiungen, als er für dieselben eine Papyrusrolle anfertigte, verschiedene Stücke alter Manuskripte zusammengeklebt und die Schrift auf der Vorderseite abgewaschen, während

er sie auf der Rückseite wenigstens zum Teil stehen ließ. So erklärt es sich, daß hier in der vorletzten Kolumne (*e*) die ganz verwischte Schrift auf dem Kopf steht; dies Stück hat er also bei der Anfertigung der Rolle umgekehrt. Vorher geht ein breites unbeschriebenes Stück, das ich als d_2 bezeichne; hier ist die alte Schrift bis auf geringe Spuren ausgelöscht, lief aber in derselben Richtung wie in *e*, steht also jetzt auch auf dem Kopf.

Nun ist, wie Hr. Ibscher, an den ich mich um Aufklärung wandte, mir gezeigt hat, zwischen col. *e* und d_2 sowohl auf der Gesamtphotographie der Rückseite (S. 26), wie auf der Photographie von col. *e* (Taf. IX) eine Klebung deutlich zu erkennen; sie verläuft auf Taf. IX, wo das Blatt der Schriftrichtung entsprechend umgekehrt ist, unmittelbar links von den Zeilenanfängen der Schrift auf col. *e*[1]. Dem entspricht auf der Vorderseite auf Taf. II das Ende der Zeilen von col. 3, wo die Klebungslinie eben so deutlich erkennbar ist. Was auf der Vorderseite rechts von ihr liegt (col. 1—3), ist Palimpsest und zeigt die schon erwähnten Reste griechischer Schrift.

Somit hat der Schreiber der Prophezeiungen Stücke von zwei alten Rollen aneinandergeklebt: die eine umfaßt col. 1—3 der Vorderseite gleich *a* und *e* der Rückseite, die anderen col. 4—7 der Vorderseite, *b*—d_2 der Rückseite. Auch auf diesem Stück hat auf der Rückseite, wie in d_2 erkennbar ist, ein älterer Text gestanden, der weggewaschen und auf den Kopf gestellt ist. Vorher gehen drei Kolumnen (*b*—*d*), die, wie wir noch sehen werden, inhaltlich zusammenhängen und wohl schon vor der Anfertigung der Rolle für die Prophezeiungen geschrieben sind. Der Text bricht mit dem Ende von col. *d* ab und ist auf col. d_2, wo die alte Schrift abgewaschen ist, nicht weiter geführt, so daß dies Stück jetzt unbeschrieben ist.

Der alte Text, der ganz lückenhaft und kaum lesbar auf col. *e* erhalten ist, enthält Geschichten von zwei in den Überschriften genannten Vögeln, wie es scheint durchaus märchenhaften Charakters; Spiegelberg denkt an »Tierfabeln nach Art des Physiologus«. Genauer läßt sich der Inhalt nicht erfassen.

Auf der folgenden Kolumne (*a*) beginnt dann, vielleicht von dem Schreiber der Vorderseite selbst geschrieben[2], eine echt ägyptische Geschichte von König Amasis, die bereits mehrfach namentlich von Maspero behandelt ist[3] und jetzt korrekter publiziert und übersetzt

[1] Auf S. 26, in der Abbildung des gesamten Papyrus, natürlich rechts von der Schrift.

[2] »Kolumne *a* zeigt in vielen Schreibungen die stärkste Verwandtschaft mit dem Orakeltext« (Spiegelberg S. 25).

[3] Maspero, Les contes populaires de l'Égypte ancienne, 4e éd. p. 300 ff.

wird. Es wird berichtet, wie den König das Gelüste ankommt, den berauschenden ägyptischen Kolobiwein zu trinken; die Hofleute erheben vergeblich Einspruch, er fährt mit seinen Frauen, nach echt ägyptischer Art, auf einen Lustsee und trinkt eifrig. So ist er am nächsten Morgen zum Entsetzen seiner Hofleute schwer betrunken. Er verlangt nun, daß man ihm zu seiner Unterhaltung eine interessante Geschichte erzähle, und so beginnt ein Priester der Neit die Geschichte von einem jungen Schiffer, der in seine Frau sehr verliebt ist und nun zu seinem und seiner Frau Kummer vom König verschickt wird. Damit bricht der Text ab. Von Wert ist diese Erzählung, die in Anlage und Inhalt in der ägyptischen Literatur zahlreiche Analogien hat, vor allem dadurch, daß Amasis hier genau in derselben Gestalt erscheint wie in der Geschichte Herodots II 177 ff., wo gerade auch seine Trunksucht und seine Neigung zu Scherzen hervorgehoben wird (φιλοπότης ἦν καὶ φιλοσκώμμων καὶ οὐδαμῶς κατεσπουδασμένος ἀνήρ); hier wie sonst zeigt sich, daß Herodot die einheimische populäre Tradition ganz richtig wiedergibt.

Die Kolumnen *b—d*, die jetzt den Anfang der Rückseite bilden[1], enthalten Texte ganz anderen Inhalts. Den Anfang machen Satzungen für die Priester, vor allem Reinheitsvorschriften im Falle einer Erkrankung (?); gleichartige Texte sind auch sonst erhalten. Daran schließt sich auf col. *c*, *6* ff., ohne irgendeinen größeren Einschnitt ein Bericht über eine Gesetzessammlung des Darius und auf col. *d* eine Verfügung des Kambyses über die Einkünfte der Tempel.

Spiegelberg und Sethe nehmen an, daß diese drei Stücke nichts miteinander zu tun haben, sondern lediglich durch Zufall hier zusammengekommen seien. Das ist indessen sehr unwahrscheinlich; denn sie sind fortlaufend von derselben Hand geschrieben und stehen auch inhaltlich im Zusammenhang, sie enthalten Satzungen, die für den Kultus von großer praktischer Bedeutung sind. So möchte ich vermuten, daß der Schreiber hier eine Reihe von Verordnungen aufgezeichnet hat, die für ihn und seinen Tempel wichtig waren, zunächst Satzungen für die Priesterschaft, dann die Verfügung des Kambyses, die vielleicht durch die folgende Gesetzgebung modifiziert worden war (s. u.). Diese Verfügung wird er aus der Gesetzessammlung des Darius entnommen und eben deshalb den Eingang, auf dem ihre Gesetzeskraft beruhte, mit abgeschrieben haben. Vielleicht sollte dann noch weiteres folgen, aber mit dem Ende von col. *d* hat er seine Arbeit abgebrochen. Im einzelnen wird sich hier wohl noch manches aufklären, wenn bei dem verheißungsvollen Fortgang der demotischen Studien das

---

[1] Von col. *b* sind nur die Zeilenenden erhalten.

Verständnis dieser Texte noch weiter fortschreitet, als bisher möglich ist.

Aber auch gegenwärtig schon sind diese Texte von größtem Wert; sie vermehren die ganz wenigen Dokumente, die wir bisher aus dem Achämenidenreich besitzen. Von Darius berichtet Diodor, daß er der sechste und letzte der Gesetzgeber Ägyptens gewesen sei[1]; im Gegensatz zu Kambyses' Freveln gegen die Heiligtümer habe er ein mildes und gottesfürchtiges Leben geführt (ζηλῶσαι βίον ἐπιεικῆ καὶ φιλόθεον); er habe selbst mit den ägyptischen Priestern verkehrt und an ihrer Theologie und den in den heiligen Büchern verzeichneten Vorgängen Anteil genommen, habe dadurch die Hochherzigkeit der alten Könige und ihr Wohlwollen gegen die Untertanen kennen gelernt und nachgeahmt, und sei daher bei Lebzeiten allein von allen Königen als Gott angeredet[2] worden und habe nach dem Tode dieselben Ehren erhalten wie die gesetzlichsten der alten Herrscher. Diese Überlieferung wird jetzt durch den Papyrus bestätigt.

Die Eingangsworte übersetzt Spiegelberg: »Die Worte, welche gestanden haben (?) hinter (?) dem, was vom Jahre 44 des Amasis an bis zu dem Tage, an welchem Kambyses Herr von Ägypten wurde, in das Zahlungsbuch (?, *dmᶜ n wte*) geschrieben ist.« Das erscheint zunächst völlig sinnlos, denn das Jahr 44 des Amasis ist sein letztes Jahr = 526 v. Chr.; die Herrschaft des Kambyses beginnt im Sommer des nächsten Jahres, dazwischen liegt nur die kurze Regierung Psammetichs III. Es folgen denn auch nicht etwa Angaben aus dessen Regierung, sondern ein Bericht über Kambyses' Tod und über Darius. Andrerseits ist an der Bedeutung der Präpositionen *tj* »seit« und *r ḥn* »bis« nicht zu zweifeln. So wird die Erklärung richtig sein, die ich H. Schäfer verdanke, daß das letzte Jahr oder vielmehr Halbjahr der Unabhängigkeit Ägyptens hier durch den Ausdruck »vom Jahre 44 des Amasis bis zu dem Tage, an dem Kambyses Herr Ägyptens wurde« bezeich-

[1] Diod. I, 95. Die fünf älteren sind zu Anfang zwei sagenhafte Gestalten, Mneves (wohl identisch mit Menes), der von Hermes (Thouth) inspiriert zu sein vorgibt, und Sasychis, der die Ehren der Götter. Geometrie und Astrologie einführt (= Asychis Herod. II, 136, der die Verpfändung der Leiche des Vaters in das ägyptische Recht einführt); dann drei geschichtliche Könige, Sesonchosis (so ist nach Justin. Mart. coh. ad gent. I, 9 statt Sesoosis der Diodorhandschriften zu lesen, vgl. meinen Aufsatz ÄZ. 54, 1913, 136), der Begründer der Kriegerkaste und Ordner des Kriegswesens, d. i. Šošenq I (Sisaq), Bokchoris, der das Recht der Könige und das Obligationenrecht ausbildet (διατάξαι τὰ περὶ τοὺς βασιλεῖς ἅπαντα καὶ τὰ περὶ τῶν συμβολαίων ἐξακριβῶσαι) und von dessen Rechtsprüchen zahlreiche Geschichten erhalten sind, endlich Amasis, der die Verwaltung und speziell die Stellung der Nomarchen ordnete. Alle diese Angaben sind gewiß historisch richtig.

[2] Das ist natürlich verkehrt und griechisches Mißverständnis; denn jeder Pharao ist eo ipso Gott.

net ist, und daß hinter den Abrechnungen aus dieser Zeit die nachfolgenden Bemerkungen standen, die der Schreiber wohl nicht wörtlich, sondern nur im Auszug wiedergegeben hat.

Diese Aufzeichnungen berichten zuerst, daß Kambyses starb, »ehe er sein Gebiet erreichte«, und daß ihm Darius folgte, »dem das ganze Land gehorchte wegen der Vortrefflichkeit des Herzens« — ganz wie bei Diodor. Im Jahre 3, d. i. 519 v. Chr., also nach Niederwerfung der Aufstände, als er mit der Durchführung der Reichsorganisation beginnen konnte[1], »sandte er nach Ägypten an seinen Satrapen (*ḫštrpn*)« und befahl »die Weisen . . . unter den Kriegern, den Priestern, den Schriftgelehrten (Schreibern) Ägyptens zu versammeln, daß sie das frühere Recht (*hp*) Ägyptens aufschrieben bis zum Jahre 44 des Pharao Amasis . . . Man schrieb es auf eine Papyrusrolle bis zum Jahre 19 (= 503 v. Chr.)«[2]. Nach einigen verstümmelten Worten folgt die Angabe: »man schrieb eine Kopie auf eine Papyrusrolle in assyrischer Schrift und in Briefschrift«. Letzteres ist die demotische Schrift; die »assyrische Schrift« kann, wie Spiegelberg richtig bemerkt, nicht die Keilschrift sein, sondern nur die aramäische Schrift, die offizielle Schrift und Sprache des Achämenidenreichs in Ägypten und allen westlichen Provinzen. Allerdings bedeutet bei den Griechen Ἀσσύρια oder Σύρια γράμματα zunächst die Keilschrift, so bei Herodot IV, 87, wo er die beiden Steintafeln beschreibt, die Darius bei dem Zug über den Bosporus errichtete, eine mit assyrischer, die andere mit griechischer Schrift, auf denen (wie in seinen erhaltenen Inschriften) alle Völker aufgezählt waren, die er in den Krieg führte; von der einen war zu Herodots Zeit beim Dionysostempel in Byzanz noch ein Steinblock erhalten, γραμμάτων Ἀσσυρίων πλέος. Die von seiner Quelle (Agatharchides?) auf Semiramis zurückgeführte Inschrift von Behistun ist nach Diodor II, 13, 2 Συρίοις γράμμασιν geschrieben. Noch der Verfasser der Themistoklesbriefe kennt den alten Sprachgebrauch, wenn er ep. 21 den Themistokles schreiben läßt, man solle ihm die goldenen Weihrauchständer schicken ἐφ᾽ οἷς ἐπιγέγραπται τὰ Ἀσσύρια τὰ παλαιὰ γράμματα, οὐχ ἃ Δαρεῖος ὁ πατὴρ Ξέρξου Πέρσαις ἔναγχος ἔγραψε; ersteres ist die Keilschrift, letzteres die aramäische Schrift. Wenn dagegen bei Diodor XIX, 23 = Polyaen IV, 8, 3, also aus Hieronymos von Kardia, Eumenes einen Brief des Satrapen von Armenien Orontas an Peukestas fälscht Συρίοις γεγραμμένην γράμμασιν, so ist das natürlich aramäische Schrift. Daß die Achämeniden überhaupt jemals

---

[1] In diese Zeit oder kurz nachher wird auch die Entsendung des Uzahor zur Reorganisation der Ärzteschule des Tempels von Sais fallen, s. Schäfer Ä. Z. 37, 1899, 72 ff., der das Verständnis dieser früher falsch gedeuteten Inschrift erschlossen hat.

[2] In welchem Zusammenhang in der nächsten Zeile vom Jahre 27 = 495 v. Chr. die Rede war, läßt der stark zerstörte Text nicht erkennen.

die Keilschrift zum Schreiben auf Pergament (ΔΙΦΘΈΡΑΙ) oder Papyrus verwendet haben, ist höchst unwahrscheinlich; und daß das Aramäische unter ihnen die offizielle Sprache der Verwaltung in Ägypten war, haben die Urkunden von Elephantine erwiesen. NÖLDEKES Nachweis, daß der griechische Name ϹΥΡΊΑ nur eine Kürzung von ἈϹϹΥΡΊΑ ist, wird so aufs neue bestätigt; auch im Dekret von Kanopos wird ϹΥΡΊΑ demotisch durch *pꜣ tꜣ pꜣ ꜣšr* »das Land Âsur« wiedergegeben, und der in ptolemäischer Zeit vorkommende Eigenname *pꜣ ꜣšr* »der Assyrer« ist natürlich ϹΥΡΟϹ, nicht etwa ein verschollener Assyrer, s. SPIEGELBERG, Ägypt. und griech. Eigennamen auf Mumienetiketten S. 68*.

Die Schlußworte der Kolumne sind leider so gut wie unverständlich. Wie wir sehen, bestand Darius' gesetzgeberische Tätigkeit in einer Wiederherstellung und Kodifikation des »alten Rechts von Ägypten«, die sich begreiflicherweise durch viele Jahre hingezogen hat; an manchen Neuerungen wird es dabei nicht gefehlt haben. Es ist sehr zu bedauern, daß der Schreiber unseres Papyrus von dem Inhalt des Gesetzbuchs nichts weiter mitgeteilt hat; so sind wir für die Rekonstruktion der Rechtsordnung, welche der große König eingeführt hat, nach wie vor auf die Sätze angewiesen, die sich aus den Rechtsurkunden der Papyri von Elephantine entnehmen lassen.

Die Übersetzung des *dmᶜ n wte*, aus dem der Schreiber seinen Text entnommen hat, durch »Rechnungsbuch« wird richtig sein; hier werden hinter den allgemeinen Angaben über die Gesetzgebung des Darius eben nur diejenigen Bestimmungen aufgenommen worden sein, die sich auf die Einnahmen und Ausgaben der Tempel bezogen. Daraus hat er dann auf col. *d* noch einen Erlaß des Kambyses abgeschrieben, der für ihn offenbar von besonderem Interesse war.

Die Überschrift lautet nach der Übersetzung von SETHE und SPIEGELBERG: »Die Worte (Gegenstände), welche betreffs des Rechtes der Tempel in dem Bureau der Entscheidung beraten werden sollen«; und nun folgt der Bericht über eine Verfügung des Kambyses. So möchte ich glauben, daß diese Verordnung der von Darius eingesetzten Kommission vorgelegt ist, die dann in dem »Bureau der Entscheidung (*ᶜ wpi*)« ihre Sitzungen gehalten haben wird, und daß diese über sie entscheiden und sie eventuell abändern soll[1].

[1] »Nach SETHE ist dieser Text ein Gutachten als Promemoria für die Prüfung der Tempelforderungen in einem von einem antipersischen Könige (Hakoris oder einem Ptolemäer) anberaumten Gerichtstermin. Dabei sollten die von Kambyses geschmälerten Tempeleinkünfte wieder so hergestellt werden, wie sie zur Zeit des Amasis bestanden hatten.« Das letztere ist gewiß richtig; aber für die in dem ersten Satz aufgestellte Vermutung liegt nirgends ein Anhalt vor, und sie verkennt den Zusammenhang mit dem unmittelbar vorhergehenden, von demselben Schreiber geschriebenen Eingang der Gesetzsammlung des Darius.

Die Verfügung des Kambyses ordnet an, daß fortan nur drei Tempel ihre bisherigen Einkünfte weiterbeziehen sollen, nämlich der von Memphis, der von *Wn-ḥm* und der von *Pr-Ḥ'pj-'nw* (?). Die beiden letzteren sind leider nicht mit Sicherheit identifizierbar; der erstere, der auch sonst in demotischen Texten mehrfach vorkommt, ist vielleicht Hermopolis parva im Delta (Spiegelberg S. 142 f.), der letztere würde, falls die Lesung richtig ist, Babylon bei Memphis sein, der Vorgänger des heutigen Kairo[1]. Allen anderen Tempeln werden die Einkünfte, »die man den Tempeln der Götter gegeben hatte zur Zeit des Pharao Amasis«, entzogen oder verkürzt. Für den Bezug von Schiffsbauholz (?), Brennholz, Flachs soll ihnen ein Platz im Delta und in Patoris (Oberägypten) zugewiesen werden, von dem sie diese Dinge beziehen können; von dem bisher gelieferten Vieh sollen sie nur die Hälfte erhalten; die Geflügellieferungen werden gestrichen, sondern »die Priester sind es, die ihnen Gänse aufziehen und sie ihren Göttern geben sollen«. Nur über die drei genannten Tempel befiehlt Kambyses jedesmal: »man soll es ihnen in der früheren Weise wiedergeben«. Den Schluß bildet eine Berechnung in Geld über die Ausfälle an »Silber, Vieh, Geflügel, Korn und anderen Sachen, welche den Tempeln zur Zeit des Pharao Amasis gegeben worden waren, von dem Kambyses befohlen hatte: gebt sie den Göttern nicht«. Die Lesung der Zahlen in den Einzelposten ist sehr unsicher; die Gesamtsumme scheint 376400 *deben* zu sein, d. i., da 1 *deben* Silber = 90.96 g = 19 Mark (nach antikem Silberwert bei dem Verhältnis Gold zu Silber = $13\frac{1}{3}$: 1) beträgt, etwa 7151600 Mark. Über den Weihrauch, das Brennholz, den Papyrus, die Schiffsbauhölzer u. a. heißt es zum Schluß, daß sie auf einer anderen Papyrusrolle stehen.

Damit bricht der Text ab. Daß Darius die Verfügung des Kambyses abgeändert und den Tempeln wenigstens einen Teil ihrer Einkünfte zurückgegeben hat, kann nach seiner ganzen Haltung nicht zweifelhaft sein. Weshalb der Schreiber das Weitere nicht aufgenommen, sondern die nächste Kolumne leer gelassen hat, läßt sich nicht erkennen.

Der Erlaß des Kambyses gibt uns einen wirklichen Einblick in das Verhalten des Eroberers. Daß er, als gläubiger Mazdajasnier, die ägyptischen Götter verachtete und daß er daraus kein Hehl gemacht hat, ist begreiflich genug; auch wird es gewiß richtig sein,

---

[1] Wenn diese Deutung richtig ist, so gewinnt vielleicht die Angabe des Josephus ant. II, 15, 1, 315 Bedeutung, daß Babylon von Kambyses gegründet (d. i. natürlich ausgebaut) sei; er mag aus ähnlichen Gründen wie später die Araber eine Zwingburg hier auf dem Ostufer des Nils angelegt haben.

daß er den Apisstier niederstieß[1], um seine Göttlichkeit zu widerlegen, wie ja christliche Missionare oft genug ganz ebenso verfahren sind. Aber davon, daß er »alle Tempel der Götter Ägyptens zerstörte«, wie die Juden von Elephantine im Jahre 407 schreiben und ähnlich die Griechen berichten[2], kann nicht die Rede sein. Wohl aber hatte er den sehr begreiflichen Plan, die gewaltigen Ausgaben für den ägyptischen Kultus nach Möglichkeit zu reduzieren[3]; nur drei Tempel wurden von ihm offiziell anerkannt und behielten ihre Einkünfte. Gelegentlich hat er sich dann zu weiteren Konzessionen bewegen lassen; denn wir wissen aus der Inschrift des S. 308 Anm. 1 erwähnten Uzaḥor[4], daß er sich in Sais die Bedeutung der Göttin Neit und ihres Tempels auseinandersetzen ließ, auf die Klage Uzaḥors die Ausweisung aller Fremden, die sich im Heiligtum angesiedelt hatten, befahl und der Göttin ihr Vermögen zurückgab. Da die Inschrift erst unter Darius abgefaßt ist, lag kein Grund mehr vor, dem König zu schmeicheln, und so werden diese Angaben in allem Wesentlichen richtig sein. Ähnliches mag auch sonst vorgekommen sein; eine grundsätzliche Änderung aber erfolgte erst unter Darius, der in Ägypten wie im ganzen Reich der einheimischen Religion und der Priesterschaft entgegenkam und die Perserherrschaft auf sie zu stützen suchte. In Ägypten hat freilich diese Politik bekanntlich doch keinen dauernden Erfolg gehabt; die erste Empörung der Ägypter fällt schon in die letzten Jahre des Darius.

---

[1] Bekanntlich ist im 6. Jahre des Kambyses (524 v. Chr.) ein Apis bestattet worden.

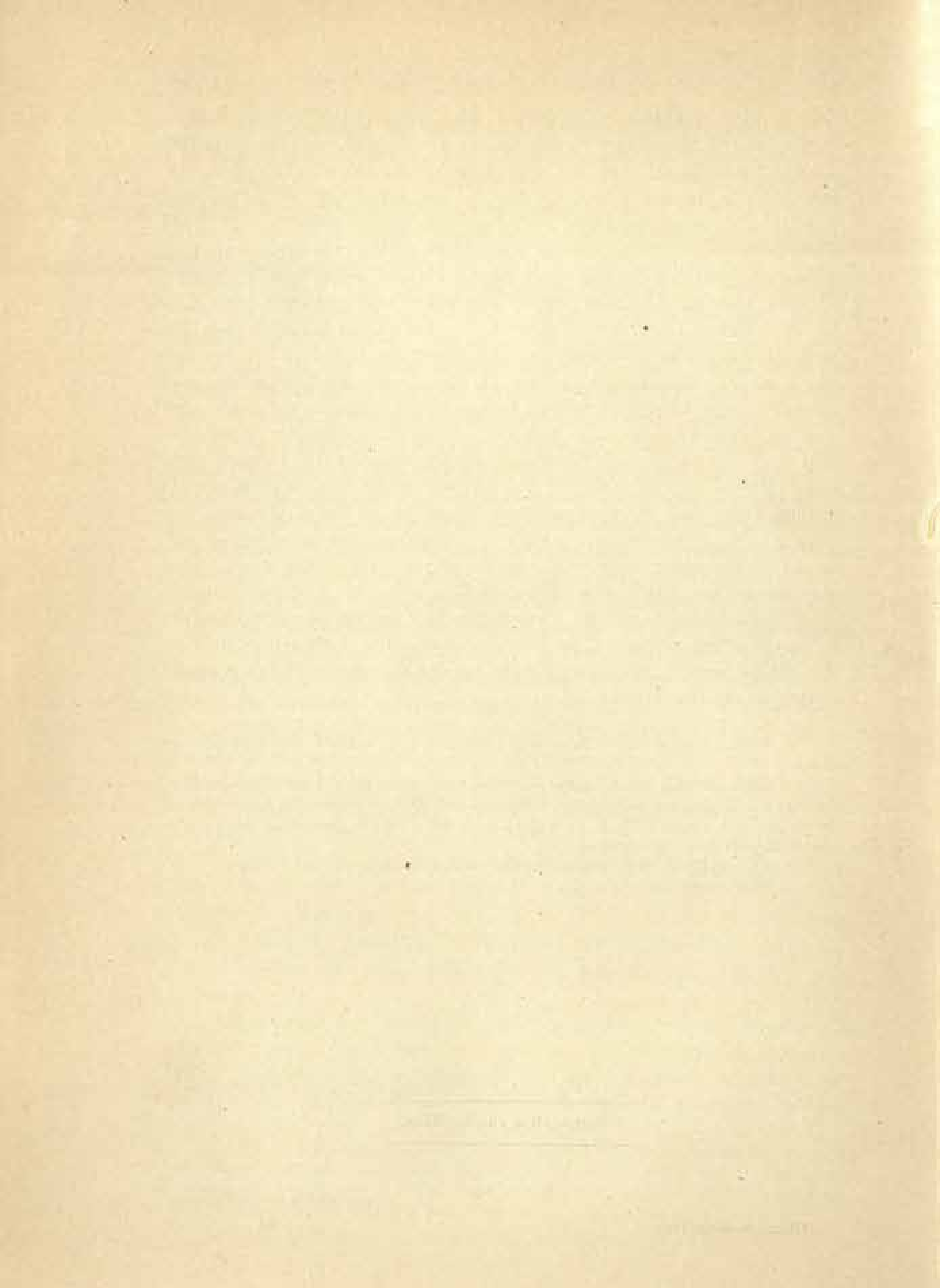
[2] Nach Herodot hat er, außer der Verwundung des Apis, alte Gräber geöffnet, das Bild des Hephaestos in Memphis verspottet und die Götterbilder im Kabirentempel verbrannt. Bei Strabo XVII, 1, 27 und Plin. 36, 66 wird die Zerstörung des Tempels von Heliopolis ihm zugeschrieben.

[3] Über ähnliche Maßnahmen des Tachos s. o. S. 293.

[4] Piehl, Inscr. hiér. I, 2, 41.

Ausgegeben am 25. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei



1915.

XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

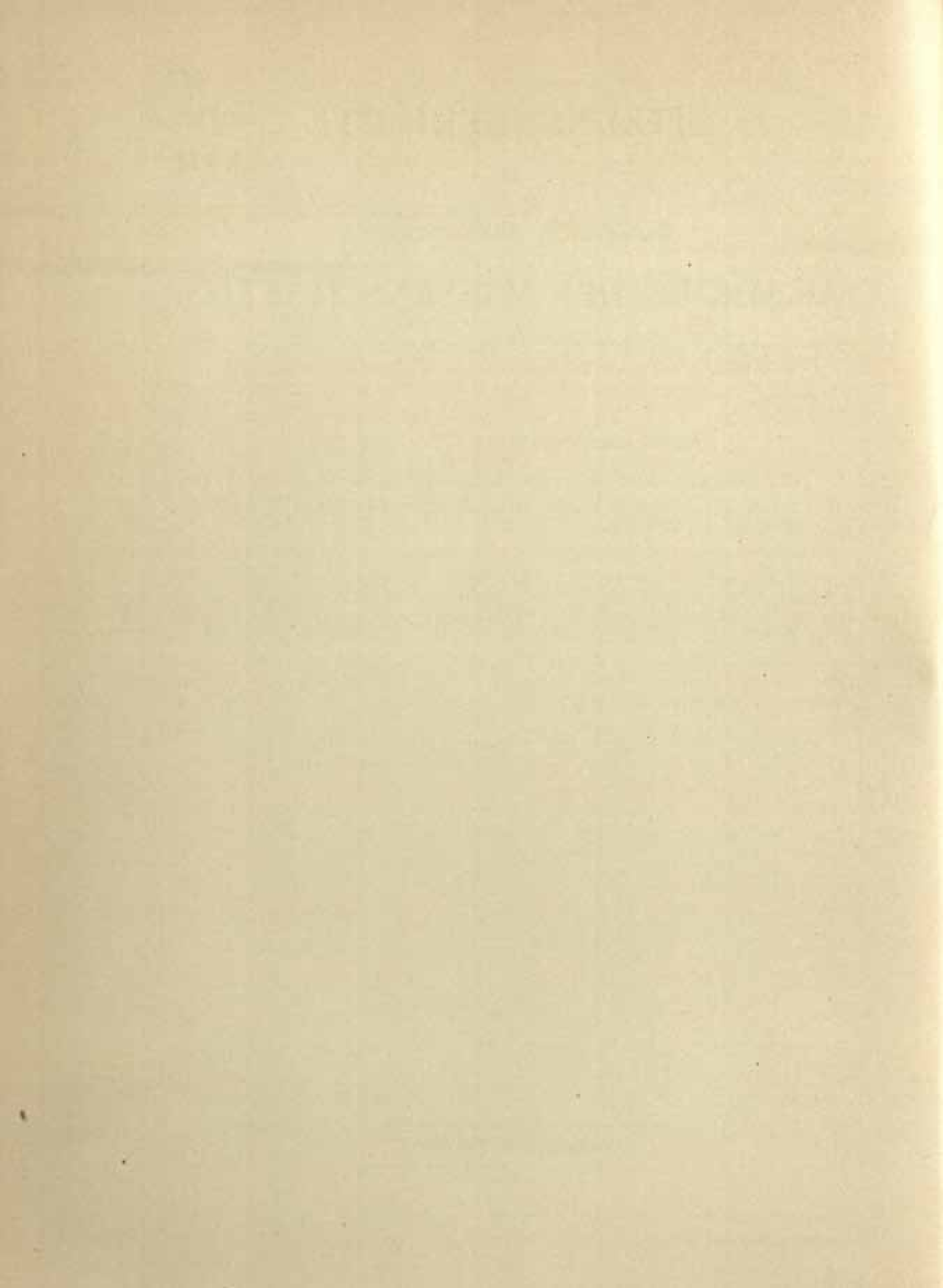
25. März. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*Hr. Norden sprach über Römische Heldengalerien.

Die lange Reihe von Helden, die Vergil im VI. Buche der Äneis vorüberziehen läßt, wird einer Analyse unterzogen auf Grund von Varros Imagines und der Elogien des Augustusforums. Das Varronische Werk wird in diesem Teile einem Rekonstruktionsversuche unterworfen. Auch die vergleichende Übersicht der griechischen und römischen *artes*, die auf jene »Heldenschau« folgt, wird mit dem Varronischen Werke in Zusammenhang gebracht. Endlich wird ein Zeugnis des Laurentius Lydus dafür erbracht, daß Vergil das Varronische Werk gekannt und in der Tat benutzt hat.

Ausgegeben am 22. April.



1915.
XVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

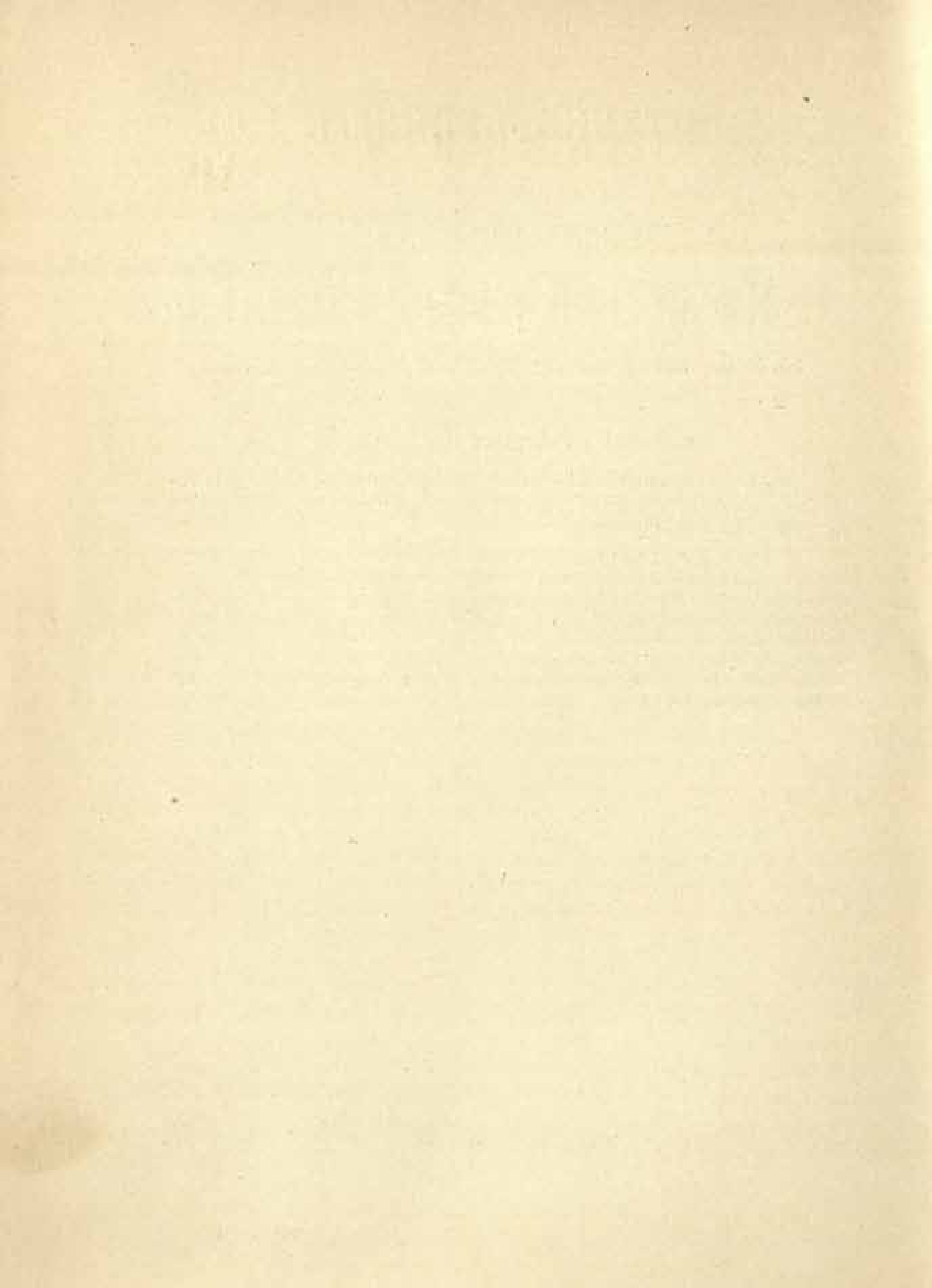
25. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Waldeyer.

*Hr. Einstein sprach über den Grundgedanken der allgemeinen Relativitätstheorie und Anwendung dieser Theorie in der Astronomie.

Es wird dargelegt, inwiefern die Identität der trägen und schweren Masse eine Erweiterung der Relativität auf die ungleichförmige Bewegung nahelegt (allgemeine Relativitätstheorie). Hierauf wird gezeigt, wie eine solche Erweiterung auf das Resultat der Strahlenkrümmung und Spektrallinienverschiebung im Gravitationsfelde führt. An Hand einer neu erschienenen Arbeit von Dr. Freundlich wird dargelegt, daß die letztgenannte Konsequenz der Theorie, zu welcher übrigens auch die Nordströmsche Gravitationstheorie führt, bei den Fixsternen vom B- und K-Typus mindestens der Größenordnung nach zutrifft.

Ausgegeben am 22. April.



1915.
XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

8. April. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. Schuchhardt sprach über die Steinalleen bei Carnac in der Bretagne.

Die Planaufnahmen, die er 1912 von diesen Denkmälern gemacht hat, zeigen, daß sie unmöglich astronomische Linien sein können. Sie sind vielmehr Feststraßen, die zu einem rundlichen Kultplatze (Cromlech) führen, neben dem gelegentlich noch ein Dolmengrab mit einem Menhir an seinem Kopfende erhalten ist. Der Menhir als Götter- und Seelenthron ist eine Eigentümlichkeit der westeuropäischen und weiterhin mittelländischen Kultur und hat seine Spuren bis in den griechischen Götter- und Grabkult hinterlassen.

2. Das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Hr. Eugen Bormann in Wien hat am 21. März das fünfzigjährige Doktorjubiläum gefeiert; aus diesem Anlaß hat ihm die Akademie eine Adresse gewidmet, die weiter unten abgedruckt ist.

3. Hr. Eduard Meyer überreichte sein Werk: England. Seine staatliche und politische Entwicklung und der Krieg gegen Deutschland (Stuttgart und Berlin 1915).

Seine Majestät der Kaiser und König haben geruht, durch Allerhöchsten Erlaß vom 22. März die Wahl des ordentlichen Honorar-Professors an der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin Dr. Karl Correns, ersten Direktors des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biologie, zum ordentlichen Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse zu bestätigen.

Das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Karl Theodor von Heigel in München ist am 23. März verstorben.

Das bisherige korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Hr. Henry Le Chatelier in Paris ist auf seinen Wunsch aus der Mitgliederliste gestrichen worden.

Adresse an Hrn. EUGEN BORMANN zum fünfzigjährigen Doktorjubiläum am 21. März 1915.

Hochgeehrter Herr Kollege!

Zu dem Tage, an dem Sie vor einem halben Jahrhundert die Doktorwürde an der Berliner Universität erlangt haben, spricht Ihnen die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften ihre herzlichen Glückwünsche aus. Länger als ein Dezennium gehören Sie ihr als korrespondierendes Mitglied an; aber viel weiter zurück reichen die engen Beziehungen, die Sie mit ihr verbinden. Unmittelbar nach Beendigung Ihrer Universitätsstudien hat Sie Ihr großer Lehrer THEODOR MOMMSEN zur Mitwirkung an der Sammlung der lateinischen Inschriften herangezogen, die er im Auftrage unserer Akademie unternommen hatte, und hat Sie nach kurzer Erprobung WILHELM HENZEN bei der Herausgabe der Inschriften der Stadt Rom zur Seite gestellt. Ein noch höheres Zeichen des Vertrauens auf Ihre wissenschaftlichen Leistungen wurde Ihnen dadurch zuteil, daß unsere Akademie auf Antrag MOMMSENS Ihnen die selbständige Bearbeitung der Inschriften Mittelitaliens übertrug. Fast ein halbes Jahrhundert hindurch haben Sie dieser Aufgabe, die Ihre Lebensarbeit zu werden bestimmt war, Ihre ganze Kraft gewidmet und in immer wiederholten Reisen das massenhafte und sich stetig vermehrende Material gesammelt und druckfertig gestaltet. Nur wer ähnliche Arbeiten zu bewältigen gehabt hat, kann die Größe und Schwierigkeit der von Ihnen gelösten Aufgabe ermessen.

Seit dreißig Jahren ist in kaum geringerem Maße Ihre Tätigkeit Ihrem zweiten Vaterlande Österreich zuteil geworden. Die Erforschung der alten Römerstätten in diesem reichen Fundgebiet, insbesondere der großen Donaufestung Carnuntum, haben Sie unablässig gefördert, die bedeutsamen dort gemachten Inschriftfunde in vorbildlicher Weise veröffentlicht und aus ihnen scharfsinnig die wissenschaftlichen Ergebnisse gezogen. Auch der Limesforschung haben Sie, im Anschluß an die in Deutschland mächtig entwickelten Bestrebungen, an der Donau einen festen Boden bereitet.

Zu Ihrem goldenen Doktorfest spricht Ihnen die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften ihren Dank für die ihr geleisteten Dienste aus und verbindet damit den Wunsch, daß es Ihnen vergönnt sein möge, Ihre dem Corpus inscriptionum Latinarum gewidmete aufopfernde Arbeit dem erwünschten Abschluß entgegenzuführen.

Die Königlich Preußische Akademie der Wissenschaften.

Ausgegeben am 22. April.

1915.
XX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

15. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Waldeyer.

Hr. Willstätter las über eine in Gemeinschaft mit Hrn. Dr. A. Stoll ausgeführte Untersuchung: »Über die chemischen Einrichtungen des Assimilationsapparates.«

Die Arbeit enthält Beiträge zur Theorie der Assimilation. Die quantitativen Beziehungen zwischen Chlorophyllgehalt und Assimilationsleistung werden an normalen, an farbstoffarmen und an herbstlichen Blättern verfolgt; die Ergebnisse zeigen an, daß das Chlorophyll in der Photosynthese mit einem zweiten inneren Faktor zusammenwirkt, der von enzymatischer Natur ist. Aus dem Verhalten des isolierten Chlorophylls sowie der unbelichteten Blätter gegen Kohlensäure werden Schlußfolgerungen auf Teilvorgänge der Assimilation abgeleitet.

Über die chemischen Einrichtungen des Assimilationsapparates.

Von R. Willstätter und A. Stoll.

Die Kenntnis des Chlorophylls in bezug auf Zusammensetzung, chemische Eigenschaften und quantitative Bestimmung hat uns als Grundlage gedient, um eine Untersuchung der chemischen Einrichtungen des Assimilationsapparates in Angriff zu nehmen.

Es ist festgestellt worden, daß die grünen Pflanzen der verschiedenen Klassen den nämlichen Blattfarbstoff hervorbringen, und es ist gelungen, ihn zu isolieren und in seine Komponenten aufzulösen. Die Chlorophyllkörner enthalten ein Gemisch von zwei grünen Farbstoffen, Chlorophyll *a* und *b*, und zwei gelben Pigmenten, Carotin und Xanthophyll, zu welchen sich in der Klasse der Phäophyceen ein drittes Carotinoid, das Fucoxanthin, gesellt. Das blaugrüne Chlorophyll *a* und das gelblichgrüne Chlorophyll *b* sind komplexe Magnesiumverbindungen, deren Molekül sich aus vier vielfach substituierten Pyrrolkernen aufbaut.

Es sind Methoden angegeben worden[1], um mit Hilfe des reinen Farbstoffs den Chlorophyllgehalt der Blätter durch kolorimetrischen Vergleich zu bestimmen. Dieser läßt sich mit Genauigkeit ausführen, indem man mit dem Gemisch der Chlorophyllkomponenten *a* und *b* in ihrem natürlichen Verhältnis den Extrakt der Blätter vergleicht, nachdem durch Verseifen mit Alkali und Ausäthern die Carotinoide von den grünen Farbstoffen quantitativ abgetrennt sind. Die Genauigkeit der Analyse würde in gewissen Fällen, besonders bei chlorophyllarmen Blättern, sehr beeinträchtigt, wenn wir das gesamte Gemisch der grünen und gelben Farbstoffe für die kolorimetrische Bestimmung anwenden wollten[2].

[1] R. Willstätter und A. Stoll, Untersuchungen über Chlorophyll (Berlin 1913), Kapitel IV.

[2] Ohne Berücksichtigung der Carotinoide hat W. Plester in der später angeführten Arbeit den Chlorophyllgehalt der Blätter kolorimetrisch verglichen.

I. Verhältnis zwischen den Mengen des Chlorophylls und der assimilierten Kohlensäure.

Fußend auf der Methode quantitativer Chlorophyllbestimmung in Pflanzenteilen prüfen wir, ob dem Chlorophyllgehalt die assimilatorische Leistung der Blätter proportional ist. Diese Frage ist schon vor Jahrzehnten in der Pflanzenphysiologie behandelt worden, ehe es möglich war, sie auf Grund quantitativer Farbstoffbestimmung zu behandeln.

Im Institut von J. Sachs hat C. WEBER[1] (1879) für mehrere Pflanzen die Mengen der von gleichen Blattflächen und in gleichen Zeiten gebildeten Trockensubstanz ermittelt, um die Assimilationsenergien zu vergleichen. Er fand, daß die verschiedenen Pflanzenarten spezifische Assimilationsleistungen vollbringen. Die Erklärung dafür hat wenige Jahre später G. HABERLANDT[2] gegeben in seiner Untersuchung über die »Vergleichende Anatomie des assimilatorischen Gewebesystems der Pflanzen«. Indem er die Zahl der Chlorophyllkörner in WEBERS Blattflächen bestimmte, zeigte er, »daß bei ähnlich gebauten Laubblättern die spezifischen Assimilationsenergien annähernd proportional sind den Gesamtmengen der Chlorophyllkörner in den betreffenden Blattflächeneinheiten«.

	Spez. Assimilationsenergie nach C. WEBER	Anzahl der Chlorophyllkörner nach G. HABERLANDT
Bezogen auf *Tropaeolum majus* =	100	100
Phaseolus multiflorus	72	64
Ricinus communis	118.5	120
Helianthus annuus	124.5	122

Diese Beziehung zwischen assimilatorischer Leistung und Zahl der Chloroplasten ist unverkennbar, aber daraus kann nicht ohne weiteres auf die Proportionalität zwischen Assimilationsenergie und Chlorophyllgehalt geschlossen werden. Diese Proportionalität soll nun geprüft werden an gewöhnlichen Laubblättern und an solchen Blättern, welche ungewöhnliche Verhältnisse bieten und Grenzfälle der Assimilation darstellen.

Unsere Methode ist die Untersuchung unter Bedingungen maximaler Assimilationsleistung. Wir lassen bei konstanter günstiger Temperatur, zumeist 25°, die Blätter in fünfprozentiger Kohlensäure assimilieren bei starker Belichtung, die der Sonnenstärke ungefähr entspricht, damit die äußeren Faktoren, deren Bedeutung in vielen früheren Untersuchungen allein behandelt worden ist, ohne Einfluß auf die assimilatorische Leistung sind. Dadurch wird es möglich, Einflüssen innerer Faktoren nachzu-

[1] Arbeiten des Botan. Instituts in Würzburg, II, 346 [1879].

[2] Jahrb. für wissenschaftl. Botanik 13, 84 [1882] und G. HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie, 4. Aufl., S. 252.

gehen. Die gewählten Bedingungen sind derart, daß die Assimilation eines normalen, sehr gut assimilierenden Blattes weder durch Erhöhung der Kohlensäurekonzentration noch durch Vermehrung des Lichtes gesteigert werden kann. Bei geringerem Kohlendioxydgehalt würde der Fall eintreten, daß gut und schlecht assimilierende Blätter die gleiche assimilatorische Leistung zeigten, weil es den ersteren an Kohlensäure fehlte. Auch die gewählte Belichtung hat in den meisten Fällen für die maximale Leistung hingereicht; nur bei den wenig Licht absorbierenden gelben Blättern wäre es nötig, um die größte Umsetzung zu erzielen, mit noch größerer Lichtstärke zu arbeiten.

Keine ebenso große Bedeutung wie den Bedingungen der Assimilation kommt der Wahl der analytischen Methode zu. Wir folgten im Prinzip der Arbeitsweise von U. Kreusler[1], die darin besteht, daß die Kohlensäure in dem zu den Blättern geleiteten und im abgeleiteten Gasstrom ermittelt wird. Der Vergleich zwischen dem Kohlensäuregehalt des Luftstromes, der über die Blätter im Dunkeln geleitet worden ist, und dem Strom, der über die belichteten Blätter geht, gibt uns ohne Einfluß der Atmung den Betrag des assimilierten Kohlendioxyds. Im einzelnen weicht unsere Versuchsanordnung von der Kreuslers erheblich ab, darin, daß wir mit geringeren Gasmengen, kürzeren Zeiten und kleinräumigen Apparaten arbeiten.

Die Blätter, 5 bis 20 g, befinden sich in einer kleinen, flachen Glasdose, die in ein Wasserbad von konstanter Temperatur eingesetzt ist. Die frisch beschnittenen Stiele sind durch ein Silberdrahtnetz gesteckt und tauchen in Wasser. Die Temperatur wird in der Dose unter den Blättern gemessen. Die kohlensäurehaltige Luft wird aus einer Druckflasche durch ein Strömungsmanometer, mittels dessen der Gasstrom konstant erhalten wird, dann durch eine zur Befeuchtung dienende Waschflasche von konstanter Temperatur in die Assimilationskammer geführt; von hier wird er durch Trocknungsröhren und den Absorptionsapparat für Kohlendioxyd in eine Präzisionsgasuhr entlassen; die Volumenvermehrung der Luft durch die Entbindung von Sauerstoff könnte noch berücksichtigt werden. Die Kohlensäureabsorptionsapparate werden einige Stunden hindurch in kurzen Intervallen, z. B. alle zwanzig Minuten, gewogen.

Als Lichtquelle dient uns eine ½-Watt-Osramlampe von 3000 Kerzenstärken, die in 25 bis 15 cm Abstand montiert wird und dann ungefähr 48000 bis 130000 Lux entspricht. Zwischen Lampe und Absorptionskammer befindet sich als Strahlenfilter eine Schicht gekühlten Wassers, das wir in gewissen Fällen behufs Anwendung far-

[1] Landwirtsch. Jahrb. 14, 913 [1885]; 16, 711 [1887]; 17, 161 [1888]; 19, 649 [1890].

bigen Lichtes durch Farbstofflösungen ersetzen. Die Einzelheiten der Versuchsanordnung sollen später in einer ausführlicheren Abhandlung beschrieben werden.

Neben jedem Assimilationsversuch wurde der Chlorophyllgehalt der Blätter, zumeist auch ihre Fläche und ihr Trockengewicht quantitativ bestimmt.

Beispiel.

Sambucus nigra 10 g Blätter, Trockengew. 2.3 g, Fläche 407 qcm, Chlorophyll 18.3 mg, Xanthophyll 1.45 mg, Carotin 0.89 mg.

Sambucus nigra var. *aurea* 10 g Blätter, Trockengew. 1.8 g, Fläche 432 qcm, Chlorophyll 0.4 mg, Xanthophyll 0.71 mg, Carotin 0.14 mg.

Für den Farbstoffgehalt hat sich dabei keine Differenz ergeben, wenn er vor und nach dem Assimilationsversuch ermittelt worden ist. Der Assimilationsversuch ergibt das Verhältnis zwischen Chlorophyllmenge und assimilierter Kohlensäure in einer bestimmten Zeit und unter den gewählten Bedingungen; in vielen Fällen, nämlich bei gut assimilierenden Blättern, ist die assimilatorische Leistung für die gegebene Temperatur die größtmögliche. Wir beziehen das Ergebnis auf die Zeit einer Stunde und nennen es »Assimilationszahl«. Damit wird also die Menge von Kohlendioxyd ausgedrückt, die unter den bestimmten Bedingungen während einer Stunde von der 1 g Chlorophyll enthaltenden Blattmenge assimiliert worden ist.

$$\text{Assimilationszahl} = \frac{\text{in 1 St. assimiliertes } CO_2 \text{ (in g)}}{\text{Chlorophyll (in g)}}$$

Mit etwa 40 Pflanzenarten sind über 100 Assimilationsversuche ausgeführt worden; ein Versuch mit einem chlorophyllreichen Blatt soll als Beispiel angeführt werden.

Helianthus annuus, Anfang Juli, 9.0 g Blätter = 302 qcm.

25°, 3000 Kerzen in 25 cm Abstand; 5prozentige Kohlensäure, Gasstrom 4.5 l in der Stunde.

Die Zusammensetzung des Gasstromes im Dunkelversuch war: 0.1037 g CO_2 im Gemische mit 1 l Luft.

Temperatur der Blätter	Intervall in Minuten	Austretende Luft in Liter	CO_2 (g) im Gemisch mit 1 l austretender Luft	Assimiliertes CO_2 (g) für das Intervall	Assimiliertes CO_2 (g) für 1 Stunde
25.0°	21	1.60	0.0746	0.0466	0.133
25.0°	19	1.40	0.0557	0.0672	0.212
25.0°	20	1.50	0.0532	0.0758	0.227
25.0°	20	1.55	0.0530	0.0785	0.236
25.5°	22	1.65	0.0549	0.0805	0.220
26.0°	18	1.35	0.0547	0.0659	0.220
25.5°	20	1.40	0.0505	0.0742	0.223
25.0°	21	1.55	0.0549	0.0757	0.214

Assimilationszahl 16.7.

Für das Quadratmeter der Blattfläche, einschließlich der Nervatur, wird hieraus die Assimilation von 7.45 g CO_2 in 1 Stunde, entsprechend der Bildung von 5.08 g Glukose, berechnet. Nach H. T. Brown und F. Escombe[1] beträgt die Assimilation von Helianthus in atmosphärischer Luft am Tageslicht bei 26.8° auf 1 qm in 1 Stunde: 0.48 g Trockensubstanz.

Das Ansteigen der Assimilation beim Versuchsbeginn im angeführten Beispiel ist nur scheinbar und beruht auf der anfänglichen Verdrängung des Gases, auf das die Blätter noch nicht eingewirkt haben, aus den Räumen des Apparates. Am Ende des Versuches pflegt, besonders bei wasserarmen alten Blättern, ein Nachlassen der Assimilation zu erfolgen.

In der folgenden Tabelle werden die Assimilationszahlen der chlorophyllreichen Blätter einiger Pflanzenarten mitgeteilt; bei den ersten vier Beispielen war die Temperatur 25°, die Belichtung ungefähr 48000 Lux, bei den folgenden vier wurde mit 75000 Lux bei 30° gearbeitet.

Pflanzenart	Gewicht der Blätter (g)	Trockengewicht (g)	Blattfläche (qcm)	Chlorophyllgehalt (mg)	In 1 Stunde assimiliertes CO_2 (g)	Assimilationszahl
Rubus Eubatus	5.0	1.80	356	16.2	0.097	6.0
Syringa vulgaris	12.0	3.45	371	14.1	0.095	6.7
Sambucus nigra	8.0	2.20	343	17.8	0.121	6.8
Ulmus	8.0	2.35	421	13.0	0.093	7.1
Prunus Laurocerasus	10.0	3.40	—	12.2	0.102	8.4
Primula	10.0	0.90	—	11.4	0.109	9.5
Hydrangea opulodes	10.0	1.20	—	9.2	0.062	6.7
Pelargonium zonale	10.0	0.96	—	12.5	0.096	7.6

Für viele Beispiele normaler Laubblätter sind ähnliche Assimilationszahlen gefunden worden; in diesen Fällen geht also entsprechend der von Haberlandt gefundenen Proportionalität der Chloroplastenzahl und der Assimilationsenergie auch der Chlorophyllgehalt mit der assimilatorischen Leistung proportional. Es handelt sich freilich um Blätter, die ähnliche Verhältnisse bieten, nämlich gut assimilierende, chlorophyllreiche Pflanzen, und es wäre verfrüht, wenn wir aus der annähernden Übereinstimmung auf eine einfache quantitative Beziehung zwischen Chlorophyll und Assimilation schließen wollten. Bei eingehenderer Prüfung tritt schon bei einer einzigen Pflanzenart Divergenz zutage, beispielsweise, wenn wir jüngere und ältere Blätter vergleichen. Der Chlorophyllgehalt nimmt mit dem Wachstum der Blätter zu, die assimilatorische Leistung ebenfalls, indessen nicht ent-

[1] Proc. Roy. Soc. (B) 76, 29, 44 [1905].

fernt in gleichem Maße; folglich sinkt die Assimilationszahl. Von einer Anzahl solcher Fälle, die im gleichen Sinne aussagen, greifen wir drei Beispiele heraus.

25°; 5prozentige Kohlensäure; ungefähr 48000 Lux.

Pflanzenart	Alter der Blätter	Gewicht der Blätter (g)	Trockengewicht (g)	Blattfläche (qcm)	Chlorophyllgehalt (mg)	In 1 Stunde assimiliertes CO_2 (g)	Assimilationszahl
Acer Pseudoplatanus	4.—6. Blatt von oben am Zweige (23. Juni)	6.0	2.0	358	5.0	0.061	12.2
Acer Pseudoplatanus	Blätter von der Basis der Zweige (23. Juni)	6.0	2.15	469	24.0	0.128	5.3
Tilia	junge, hellgrüne Blätter (25 Juni)	8.0	2.05	421	5.2	0.077	15.0
Tilia	die unteren, tiefgrünen Blätter desselben Baumes (26. Juni)	8.0	2.55	530	22.5	0.152	6.8
Taxus baccata	junge Zweige (27. Juni)	20.0	5.65	—	27.6	0.135	4.9
Taxus baccata	vorjährige Zweige (28. Juni)	20.0	7.05	—	47.5	0.105	2.2

Einen tieferen Einblick in die Abhängigkeit der Photosynthese von inneren Faktoren als durch Untersuchung gewöhnlicher Laubblätter gewinnt man beim Aufsuchen von Grenzfällen der Assimilationstätigkeit. In Fällen, bei denen es sich nicht um Einflüsse handelt, die anatomisch zu erklären sind, zeigt es sich, daß das Chlorophyll viel stärker und viel weniger stark ausgenutzt werden kann als in den zuvor angeführten Versuchen.

Chlorophyllarme Blätter (gelbblättrige Varietäten).

Im Institut von C. Correns hat W. Plester[1] eine eingehende Untersuchung ausgeführt über »Kohlensäureassimilation und Atmung bei Varie-

[1] Beiträge z. Biologie d. Pflanzen XI, 249 [1912].

täten derselben Art, die sich durch ihre Blattfärbung unterscheiden«; er hat die Frage behandelt, ob die Intensität der Photosynthese dem Chlorophyllgehalt parallel geht und ob den blaßgrünen Sippen Hilfsmittel zur Verfügung stehen, mit denen sie den durch verminderte Assimilation bedingten Ausfall decken. Plester führt den hier interessierenden Teil seiner Arbeit nur mit der Blatthälftenmethode aus. Die geprüften blaßgrünen Varietäten hatten zwischen 27.7 und 53.4 Prozent vom Chlorophyll der typischen Sippen. Es ergab sich, daß mit der Chlorophyllkonzentration auch die Kohlensäureassimilation der hellgrünen Varietäten abnahm. In manchen Fällen war ein ungefähres Parallelgehen der Assimilation mit dem Chlorophyllgehalt zu erkennen. In anderen Fällen assimilierte die hellgrüne Varietät bedeutend stärker, als ihrem Chlorophyllgehalt entsprach, was auf besondere Einrichtungen hindeutete, mit welchen diese Pflanzen die höhere Kohlensäurezerlegung leisten können. Endlich kam es auch vor, daß der Assimilationswert kleiner war, als der Chlorophyllgehalt der blaßgrünen Varietät verlangte. Plester folgert aus seinen Ergebnissen, daß in allen Fällen die hellgrünen Varietäten schwächer assimilieren als die Stammpflanzen, daß aber ein Teil der Einbuße durch geringere Atmung wieder gutgemacht werde.

Es ist uns wahrscheinlich, daß die verminderte Atmung eine Folgeerscheinung ist, darauf beruhend, daß die oxydierbaren Substanzen in geringeren Mengen zur Verfügung stehen.

Die Untersuchung von Plester enthält also schon bemerkenswerte Hinweise auf Abweichungen von der Proportionalität zwischen Chlorophyll und Assimilation.

Das Wesentliche dieser Erscheinung tritt klarer zutage, wenn wir Beispiele mit viel größeren Differenzen im Chlorophyllgehalt (Blätter mit 15 Prozent bis herunter zu 3 und noch weniger Prozenten vom Chlorophyllgehalt der typischen Form) aufsuchen und die Versuchsbedingungen so wählen, daß den gelben wie grünen Blättern die äußeren Faktoren in günstiger Weise geboten werden.

Zunächst finden wir, daß unter gewissen Bedingungen (15° anstatt der bei unseren meisten Versuchen gewählten Temperatur von 25°) der absolute Betrag der assimilierten Kohlensäure bei sehr chlorophyllarmen Varietäten die Leistung normaler Varietäten erreichen kann. Es sind sogar (siehe das Beispiel) unter gewissen Bedingungen (Überschuß von CO_2, von Licht und Temperatur nicht das Optimum) auch noch höhere Werte mit gleichen Flächen chlorophyllarmer wie mit chlorophyllreichen Pflanzen vorgekommen.

Ulme.

5prozentige Kohlensäure; 3000 Kerzen in 35 cm Abstand (ungefähr 24000 Lux).

Varietät	Temperatur	Gewicht der Blätter (g)	Trockengewicht (g)	Blattfläche (qcm)	Chlorophyllgehalt (mg)	Assimiliertes CO_2 (g) in 1 Stunde	Assimiliertes CO_2 (g) in 1 Stunde für 1 qm	Assimilationszahl
chlorophyllarm	25°	8.0	2.0	321	0.95	0.078	2.4	82
chlorophyllarm	15°	dieselben Blätter	2.0	321	0.95	0.058	1.8	61
chlorophyllreich	25°	8.0	2.35	421	13.0	0.093	2.2	7.1
chlorophyllreich	15°	dieselben Blätter	2.35	421	13.0	0.061	1.45	4.7

Die Annäherung der Assimilationsleistungen von chlorophyllarmen und chlorophyllreichen Blättern mit der Erniedrigung der Temperatur und die Verschiedenheit der Temperaturkoeffizienten sind von Bedeutung für die Beurteilung der Faktoren, die außer dem Chlorophyll bei der Photosynthese wirken.

Weiter zeigt es sich (siehe die nachstehende Tabelle) in allen Fällen, daß die Assimilationsleistungen, auf den Chlorophyllgehalt bezogen, also die Assimilationszahlen, bei den gelben Varietäten ein Vielfaches betragen von den normalen Zahlen, z. B. das Zehnfache und fast das Zwanzigfache.

Vergleich der Assimilationsleistungen normaler und gelbblättriger Varietäten; 25°; 5prozentige Kohlensäure; ungefähr 48000 Lux.

Pflanzenart	Varietät	Gewicht der Blätter (g)	Trockengewicht (g)	Blattfläche (qcm)	Chlorophyllgehalt (mg)	In 1 Stunde assimiliertes CO_2 (g)	Assimilationszahl
Acer Negundo	Stammform	5.0	1.0	215	10.4	0.134	12.9
Acer Negundo	f. versicolor (gelbblättrig)	5.0	0.95	324	1.4	0.080	57
Quercus Robur	Stammform	8.0	3.60	383	20.0	0.160	8.0
Quercus Robur	gelbblättrige Varietät	8.0	2.85	441	1.5	0.085	57
Sambucus nigra	Stammform	8.0	2.05	359	18.8	0.120	6.4
Sambucus nigra	var. aurea	8.0	1.55	366	0.65	0.082	126
Sambucus nigra	var. aurea	8.0	1.50	378	0.60	0.071	118

Von der gelbblättrigen Holundervarietät wurden schließlich die farbstoffärmsten Blätter, hellstrohgelbe, untersucht; mit dem tiefen Rückgang des Chlorophyllgehalts sank die Assimilation im absoluten Betrage tief, während die Assimilationszahl noch den höchsten bei dieser Pflanze beobachteten Wert behielt.

8 g Blätter (*Sambucus* var. *aurea*); Chlorophyll weniger als 0.1 mg. In 1 Stunde assimiliertes CO_2: ungefähr 0.013 g. Assimilationszahl mindestens 140.

Dieser Versuch bestätigt die Unentbehrlichkeit des Chlorophylls.

Die günstigen Assimilationsleistungen der gelbblättrigen Varietäten sind nicht auf ihren Gehalt an Carotinoiden zurückzuführen; es läßt sich beweisen, daß die gelben Pigmente keinen unmittelbaren Einfluß auf den Assimilationsvorgang besitzen. In zahlreichen Versuchen mit chlorophyllarmen und chlorophyllreichen Blättern wurde das violette Licht, für welches die Carotinoide Absorptionsvermögen haben, durch Einführung eines Kaliumbichromatfilters zwischen Lampe und Assimilationskammer vollständig ausgeschaltet. Die Assimilationsleistung verriet keine Einbuße.

Versuch mit *Sambucus nigra*, gelbblättrige Varietät.

10 g Blätter; 3000 Kerzen in 25 cm Abstand; 5prozentige Kohlensäure; 25°.

Intervall in Minuten	Austretende Luft in Liter	Assimiliertes CO_2 (g)	
		für das Intervall	für 1 Stunde
20	1.00	0.0058	0.018
22	1.10	0.0089	0.024
Kaliumbichromat (25 g in 2.5 l Wasser) wird eingeschaltet.			
18	0.90	0.0076	0.025
21	1.05	0.0086	0.025
19	1.00	0.0073	0.023
20	1.00	0.0080	0.024
Kaliumbichromat wird entfernt.			
20	1.05	0.0083	0.025
100	5.20	0.0416	0.025

Herbstliche Blätter.

Die Abhängigkeit der Assimilationsenergie von der Jahreszeit ist eine komplizierte Frage, die in einer besonderen Mitteilung eingehender behandelt werden soll. Schon die Veränderung der assimilatorischen Leistung im Herbst zeigt, für sich allein betrachtet, ein ungemein

wechselndes Bild. An dieser Stelle sollen besonders einige Erscheinungen hervorgehoben werden, die hinsichtlich der Beziehung zwischen Assimilation und Chlorophyllgehalt Aufschluß geben.

Das Verhalten des Laubes, welches vergilbt, gehört nicht zu den interessanteren Erscheinungen. Die assimilatorische Leistung geht hier mit abnehmendem Chlorophyll zurück, chlorophyllarme Blätter zeigen dieselben Assimilationszahlen wie chorophyllreiche Vergleichsexemplare.

5 prozentige Kohlensäure; 3000 Kerzen in 25 cm Abstand; 25°.

Datum	Pflanzenart	Gewicht der Blätter (g)	Trocken-gewicht (g)	Blattfläche (qcm)	Chlorophyllgehalt (mg)	In 1 Stunde assimiliertes CO_2 (g)	Assimilationszahl
14. Juli	*Sambucus nigra*	8.0	2.05	359	18.8	0.120	6.4
14. Oktober	*Sambucus nigra*, Blätter leicht abfallend	8.0	1.64	356	8.2	0.051	6.2
2. November	*Populus pyramidalis hort.*, tiefgrüne Blätter	8.0	2.55	376	15.2	0.156	10.3
2. November	derselbe Baum, gelbgrüne Blätter	8.0	2.35	363	3.9	0.032	8.2

Häufig erfolgt der Rückschritt der Leistung derart, daß die Assimilationszahlen in den ersten Herbstmonaten, wenn der Chlorophyllgehalt schon merklich sinkt, ansteigen und daß sie im Spätherbst niedriger werden.

Versuche mit *Acer Pseudoplatanus*.

5 prozentige Kohlensäure; 3000 Kerzen in 25 cm Abstand; 25°.

Datum	Beschreibung der Blätter	Gewicht der Blätter (g)	Troken-gewicht (g)	Blattfläche (qcm)	Chlorophyllgehalt (mg)	In 1 Stunde assimiliertes CO_2 (g)	Assimilationszahl
30. Juli	tiefgrün, dünn	4.0	1.55	271	19.7	0.083	4.2
17. September	grün	4.0	1.55	336	12.5	0.086	6.9
5. Oktober	grüne Blätter mit gelben Flecken	4.0	1.45	344	7.8	0.066	8.5
19. Oktober	fast gelb	4.0	1.35	337	2.1	0.011	5.2

Dieser Fall kann bei der Behandlung unserer Frage außer Betracht bleiben. Wichtiger ist die herbstliche Veränderung bei einem Teil der Blätter, die grün bleiben und grün abfallen. Der milde, bis zum 17. November frostfreie Herbst 1914 war der ungestörten Durchführung der Versuche günstig. Unter den grün bleibenden Blättern finden sich viele Beispiele, in welchen ungeschwächtes Assimilationsvermögen erhalten bleibt, sogar nach dem Abfallen der Blätter. Herbstliche Blätter, die abgefallen waren, sind einen bis zwei Tage später vom Erdboden gesammelt worden; sie haben — trotz ihres hohen Chlorophyllgehaltes — noch hohe Assimilationszahlen gegeben.

5 prozentige Kohlensäure; 3000 Kerzen in 25 cm Abstand; 25°.

Datum	Pflanzenart	Gewicht der Blätter (g)	Trockengewicht (g)	Blattfläche (qcm)	Chlorophyllgehalt (mg)	In 1 Stunde assimiliertes CO_2 (g)	Assimilationszahl
26. Oktober	*Cydonia japonica* Thumb. var. *Moerlosii*, abfallende Blätter	10.0	4.50	301	16.3	0.123	7.5
27. Oktober	*Clerodendron trichotomum* Thumb., abgefallene grüne Blätter	6.2	1.28	211	9.3	0.119	12.8
14. Oktober	*Lonicera tatarica*, abgefallene Blätter	4.0	1.20	299	3.3	0.021	6.4

Glücklicherweise haben wir auch den entgegengesetzten Fall aufgefunden; er ist uns unter den Proben, die wir quantitativ untersuchten, bei etwa sechs Pflanzenarten begegnet, am schönsten bei *Ampelopsis quinquefolia*. Die in gut grünem Zustand im Oktober und November gepflückten Blätter dieser Arten zeigen nur sehr geringe Assimilationsleistung oder fast keine mehr, während vom gleichen Stamm und zur selben Zeit gepflückte jüngere Blätter noch gute Assimilationszahlen ergaben.

Vergleich schwach und stark assimilierender grüner herbstlicher Blätter.

5 prozentige Kohlensäure; 3000 Kerzen in 25 cm Abstand; 25°.

Datum	Pflanzenart	Gewicht der Blätter (g)	Trockengewicht (g)	Blattfläche (qcm)	Chlorophyllgehalt (mg)	In 1 Stunde assimiliertes CO_2 (g)	Assimilationszahl
26. Oktober	*Robinia Pseudacacia*, jüngere tiefgrüne Blätter	4.0	1.40	340	11.4	0.086	7.5
24. Oktober	derselbe Baum, ältere, gelblichgrüne Blätter	4.0	1.35	355	6.2	0.012	1.9
10. Oktober	*Tilia cordata*, frisch abgefallene gelblichgrüne Blätter	5.0	1.65	429	5.9	0.002	0.3
11. November	*Ampelopsis tricuspidata Veitchii*, frische grüne Blätter	7.0	1.50	—	6.8	0.014	2.0
16. Oktober	*Ampelopsis quinquefolia*, gepflückte, ältere, gut grüne Blätter	5.0	1.05	251	6.4	0.006	0.9
17. Oktober	dieselbe Pflanze, jüngere Blätter von den Spitzen der Zweige	5.0	1.15	325	6.4	0.052	8.2

Wir konnten bei *Ampelopsis quinquefolia* unter dem Mikroskop keine anatomischen Veränderungen der Blätter wahrnehmen, die für die Einstellung der Assimilation verantwortlich wären. Überdies haben wir beobachtet, daß die Assimilation sich allmählich beim Verweilen der Blätter in warmem, feuchtem Raume wieder einstellt und bis zu ansehnlichem Betrage ansteigt.

Versuch unter den gewöhnlichen Bedingungen mit *Ampelopsis Veitchii*, am 17. November bei 4° gepflückten, schön grünen Blättern.

7.0 g Blätter; 2.2 g Trockengewicht; 304 qcm Fläche; 7.8 mg Chlorophyll.

Intervall in Minuten	Austretende Luft in Liter	Assimiliertes CO_2 (g)		Assimilationszahl
		für das Intervall	für 1 Stunde	
..	...	.....	....	..
20	1.00	0.0020	0.006	< 0.8
20	1.00	0.0030	0.009	1.2
22	1.10	0.0043	0.012	1.5
18	0.90	0.0045	0.015	1.8
20	1.05	0.0070	0.021	2.7
Unterbrechung; die Blätter werden 15 Stunden bei 25° aufbewahrt und neu angeordnet.				
..	...	.....	....	..
20	1.00	0.0112	0.034	4.5
20	1.00	0.0099	0.030	3.8
21	1.05	0.0130	0.037	4.8
19	0.95	0.0102	0.032	4.1

Ähnliche Verhältnisse wie bei Blättern treffen wir bei den chlorophyllhaltigen Häuten von Früchten an. Die Versuche betrafen die Weintraube, Birne, Erbse und den Kürbis; bei diesen wurden sehr verschiedene und durchweg ansehnliche Assimilationszahlen gefunden. Im späteren Herbst zeigte sich die Assimilation bei der Weintraube erloschen.

Assimilationsversuche mit Fruchthäuten.

Art und Beschaffenheit	Gewicht der Häute (g)	Trockengewicht (g)	Fläche (qcm)	Chlorophyllgehalt (mg)	In 1 Stunde assimiliertes CO_2 (g)	Assimilationszahl
Erbse, unreif	40 g Hülsen	6.1	140	3.8	0.070	18.4
Birne, reif, gelbgrün	—	—	230	1.35	0.016	11.9
Kürbis, reif, grün	15 g äußerste grüne Schicht	—	254	18.4	0.091	4.9
Weintraube, halbreif, grün	aus 100 g Beeren	—	—	1.2	0.002	1.7

Ergebnis.

Die herbstlichen grünen Blätter, deren Assimilationszahlen sehr niedrig sind, und die blaßgrünen Blätter, die sehr hohe Assimilationszahlen zeigen, sind die wichtigsten Fälle, in welchen die assimilatorische Leistung im entgegengesetzten Sinne wie der Chlorophyllgehalt von der Norm abweicht; dazu kommt die Verschiebung der Assimilationszahlen, die mit dem Wachstum der Blätter einhergeht. Durch diese Erscheinungen wird bewiesen, daß außer dem Chlorophyll ein anderer innerer Faktor an dem Assimilationsvorgang beteiligt ist. Die beobachteten Erscheinungen sind so zu erklären, daß zwei verschiedenen Gesetzen gehorchende Faktoren bei der Assimilation zusammenwirken. Der Ort, an welchem der zu definierende zweite Faktor wirkt, ist noch nicht sicher bekannt. Aber die Natur des Faktors ist zu erkennen durch vergleichende Versuche, die wir in eingehenderen Abhandlungen mitzuteilen uns vorbehalten, bei verschiedenen Belichtungen und verschiedenen Temperaturen mit chlorophyllreichen und -armen Blättern. Man erkennt aus diesen Versuchen, daß eine Teilreaktion der Kohlensäureassimilation ein enzymatischer Prozeß ist. Dieser spielt sich wahrscheinlich ab an der Berührungsschicht der Chloroplasten mit dem Plasma. Die Aufgabe des Enzyms wird es sein, den Zerfall eines Zwischenproduktes unter Abgabe von Sauerstoff zu bewirken.

Bei chlorophyllreichen Blättern ist das Chlorophyll gegenüber diesem Enzym im Überschuß. Infolgedessen ist unter den geschilderten Versuchsbedingungen eine Vermehrung des Lichtes ohne Einfluß auf die Assimilation; diese sinkt nicht, wenn wir mit der Lichtstärke auf die Hälfte bis ein Viertel herabgehen. Erhöhung der Temperatur beschleunigt den enzymatischen Vorgang stark und bewirkt daher bei den normalen Blättern Steigerung der Assimilation. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei den wenig Farbstoff enthaltenden Blättern, bei den untersuchten gelbblättrigen Varietäten. Das Enzym ist hier im Überschuß gegenüber dem Chlorophyll. Infolgedessen ist Temperatursteigerung (von 15 auf 30°) von geringem Einfluß; schon bei mittlerer Temperatur (25°) genügt das Enzym für die Leistung des Chlorophylls. Hingegen ist Steigerung des Lichtes von Nutzen; bei Verminderung der Lichtstärke erfolgt sofort Rückgang der Assimilation. Nur wenn das Chlorophyll vollständig ausgenutzt wird, nämlich bei stärkster Belichtung, läßt sich in den blaßgrünen Blättern die maximale Leistung für das vorhandene Enzym erzielen.

Die auffälligen Erscheinungen bei herbstlicher Veränderung des Laubes sind dadurch bedingt, daß entweder das Chlorophyll mehr leidet als das Enzym (Steigerung der Assimilationszahlen) oder daß umgekehrt der enzymatische Prozeß in höherem Maße geschädigt wird als der Chlorophyllgehalt (Sinken der Assimilationszahlen). Die Wieder-

belebung der zur Assimilation annähernd unfähig gewordenen Blätter beim Verweilen in warmem feuchten Raume zeigt die Neubildung des Enzyms oder die Beseitigung von Hemmungen des enzymatischen Vorgangs an.

Die Unmöglichkeit, mit dem isolierten Chlorophyll oder mit isolierten Chloroplasten Assimilation auszuführen, beruht darauf, daß das Chlorophyll mit dem Enzym zusammenwirken muß. Wir haben beobachtet, daß schon milde Eingriffe in die Struktur der Zelle die Assimilation aufheben. Blätter, die wir an der unteren Seite von der Epidermis mit ihren Spaltöffnungen und Schließzellen befreit hatten, assimilierten gut; unterwarfen wir sie aber nur ganz kurz einem gelinden Druck, so erfolgte keine Assimilation mehr.

II. Verhalten des Chlorophylls im Assimilationsvorgang.

Beständigkeit während der Assimilation.

In einer Erörterung über das herbstliche Vergilben hat G. G. Stokes[1] angenommen, daß das Verschwinden des grünen Farbstoffs aus dem Gemisch mit dem gelben durch die Einwirkung des Lichtes verursacht werde, und er hat an diese Erklärung die Annahme geknüpft, daß der Prozeß des Chlorophyllzerfalls während des ganzen Lebens der Pflanze erfolge und durch den gleichzeitigen Vorgang der Neubildung kompensiert werde. Um die Rolle des Chlorophylls zu verstehen, ist es zu prüfen, ob wirklich, wie Stokes voraussetzt, der Farbstoff im belichteten Blatt verbraucht wird. Unsere Versuche haben diese Annahme unwahrscheinlich gemacht. Wir ließen Blätter ununterbrochen stundenlang höchstgesteigerte Assimilationstätigkeit ausüben in der Erwartung, unter solchen Verhältnissen eine Differenz zwischen Verbrauch und Neubildung des Chlorophylls herbeizuführen. Die quantitativen Bestimmungen haben aber keinen Unterschied im Chlorophyllgehalt ergeben, selbst dann, als die Assimilation schon stark im Rückgang begriffen war.

5 prozentige CO_2, etwa 75000 Lux, 30°, Assimilationsdauer 6 Stunden. 10 g Blätter.

Pflanzenart	Chlorophyllgehalt	
	vor der Assimilation	nach der Assimilation
Prunus Laurocerasus	0.0116	0.0116
Primula	0.0114	0.0111
Hydrangea	0.0092	0.0091
Versuch bei 40°		
Pelargonium zonale	0.0125	0.0128

[1] On light: London, Macmillan and Co. 1892, S. 285. Siehe ferner H. Gerlach, Sitzungsber. Wien. Akad. d. Wiss., mathem.-naturw. Kl. 113, Abt. I, 121 [1904].

Erst bei sehr langer Versuchsdauer (46 Stunden, das Trockengewicht der Blätter hatte sich verdoppelt) begann die Zerstörung des Farbstoffs.

Auch das Verhältnis zwischen den zwei Chlorophyllkomponenten wird im Verlauf der photosynthetischen Arbeit nicht beeinflußt. Es ist nach der Zusammensetzung von

Chlorophyll *a* $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ und
Chlorophyll *b* $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$

und gemäß ihrem Abbau zur gleichen Stammsubstanz (Ätioporphyrin) wahrscheinlich, daß sie sehr ähnlich konstituiert sind und daß sie sich nur durch die Oxydationsstufe eines Kernes unterscheiden. Die beiden Farbstoffe treten in den Pflanzen (nur bei den Phäophyceen trifft man eine Ausnahme) in annähernd konstantem Verhältnis ($Q_{\frac{a}{b}}$ = ungefähr 3) auf. Dies hat uns anfänglich zu der Vorstellung geführt, daß sie wechselseitig ineinander übergehen und daß sich dabei ein Gleichgewicht einstelle[1]. Es schien möglich, daß die Komponente *a* im Assimilationsvorgang zu *b* oxydiert und daß *b* unter Freiwerden von Sauerstoff in *a* zurückverwandelt würde. Die Versuche haben aber gar keinen Anhaltspunkt dafür ergeben, daß die Umwandlung eines der beiden Chlorophyllfarbstoffe in den anderen bei der Photosynthese eine Rolle spielt. Wie das Chlorophyll als Ganzes, so blieb nämlich unter allen erdenklichen Umständen auch das Verhältnis zwischen seinen Komponenten *a* und *b* annähernd unverrückt.

Zunächst haben wir das Verhältnis derselben in Licht- und Schattenblättern, vor und nach Perioden starker Assimilation unter natürlichen Bedingungen geprüft, ohne erheblichen Schwankungen zu begegnen; die quantitativen Bestimmungen sind schon veröffentlicht worden[2]. Ferner wurde in einer Reihe unveröffentlichter Versuche während des Herbstes 1913 das Komponentenverhältnis in vergilbenden Blättern bestimmt. Auch hier sind nur unbedeutende Schwankungen beobachtet worden, während sich im allgemeinen das Zurücktreten des Chlorophylls gegen die Carotinoide und häufig die Anreicherung von Xanthophyll auf Kosten von Carotin zeigte.

Pflanzenart	$Q_{\frac{a}{b}}$		$Q_{\frac{c}{x}}$	
	grüne Blätter	gelbe Blätter	grüne Blätter	gelbe Blätter
Tilia tomentosa MÖNCH	3.3	2.7	0.62	0.22
Aesculus Hippocastanum	4.2	4.2	0.47	0.20

[1] WILLSTÄTTER und STOLL, Untersuchungen über Chlorophyll, S. 24.
[2] WILLSTÄTTER und STOLL, Untersuchungen über Chlorophyll, S. 114.

Darauf ist die Möglichkeit der Verschiebung von $Q_{\frac{a}{b}}$ unter willkürlichen Bedingungen geprüft worden, unter welchen die Störung einer für das Gleichgewicht zwischen Chlorophyll *a* und *b* verantwortlichen Einrichtung erfolgen müßte. Nach Assimilationsversuchen von langer Dauer oder bei hoher Temperatur (bis 45°) oder unter gleichzeitiger Wirkung von narkotischen Mitteln ist das Chlorophyll aus den angewandten Blättern isoliert und durch Trennung der verschieden basischen Spaltungsprodukte Phytochlorin *e* (aus Chlorophyll *a*) und Phytorhodin *g* (aus Chlorophyll *b*) analysiert worden. Die Zahlen von $Q_{\frac{a}{b}}$ bewegten sich nach wie vor um 3, während wieder die Werte von Carotin: Xanthophyll bei langdauernder Assimilation zurückgegangen waren.

75000 Lux, 5prozentige Kohlensäure.

Pflanzenart	Bedingungen des Assimilationsversuches	$Q_{\frac{a}{b}}$		$Q_{\frac{c}{x}}$	
		vor der Assimilation	nach der Assimilation	vor der Assimilation	nach der Assimilation
Prunus Laurocerasus	22 Stunden bei 32°	3.3	3.1	0.56	0.29
Pelargonium zonale	45°	4.7	etwas mehr als 3.2[1]	0.44	0.35
Primula	1 Stunde Äthernarkose	2.6	2.7	0.60	0.50

Verhalten von Chlorophyll gegen Kohlensäure.

Es ist nachgewiesen, daß das Chlorophyll für die Assimilation unentbehrlich ist und daß es mit einem zweiten unentbehrlichen inneren Faktor zusammenwirkt; daher gelingt es nicht, mit isoliertem Chlorophyll die Photosynthese auszuführen. Daraus, daß es für sich allein den Zerfall der Kohlensäure im Lichte nicht bewirkt, folgt nicht, daß es mit Kohlensäure gar nicht chemisch reagiere, vielmehr erfordert das Verhalten des reinen Pigments gegen Kohlensäure ohne Wirkung des Lichtes eingehende Untersuchung.

In indifferenten Lösungsmitteln wie Äther aufgelöst, ist Chlorophyll gegen Kohlendioxyd indifferent; auch in alkoholischer Lösung von Chlorophyll erfolgte bei tagelanger Einwirkung von Kohlendioxyd keine Reaktion.

In überraschender Weise weicht davon das Verhalten der kolloidalen Lösung ab.

Durch Auflösen in Aceton, rasches Vermischen mit Wasser und Verdampfen des Acetons im Vakuum haben wir schöne kolloidale

[1] Bei diesem Versuch hat sich die Menge von Chlorophyll *a* vermindert.

Lösungen des Chlorophylls, z. B. $^1/_2$prozentige, gewonnen, die in der Durchsicht rein grün, in der Aufsicht opalisierend blaugrün sind und keine Fluorescenz zeigen; unter dem Mikroskop erscheinen sie homogen.

Das Chlorophyll enthält das Magnesium in komplexer Bindung von solcher Widerstandsfähigkeit, daß sie bei Reaktionen unversehrt bleibt, die höhere Temperatur und energische Mittel erfordern. Bei der Verseifung der Estergruppen und der Abspaltung eines Carboxyls nach dem andern bis zur sauerstofffreien Stammsubstanz, dem Ätiophyllin von der Formel

$$MgN_4C_{31}H_{34}$$

bleibt das Metall dem Molekül erhalten.

Anderseits zeigt sich die komplexe Bindung des Magnesiums gegen Säuren über alles Erwarten empfindlich, so daß sie sogar von Kohlensäure unter den Bedingungen unseres Versuches aufgelockert und zerstört wird. In der kolloidalen Lösung wird nämlich das Chlorophyll schon bei gewöhnlicher Temperatur in Magnesiumbicarbonat und Phäophytin gespalten, das ausgeflockt wird:

$$\underset{\text{Chlorophyll } a}{C_{55}H_{72}O_5N_4Mg} + 2\,CO_2 + 2\,H_2O = Mg(HCO_3)_2 + \underset{\text{Phäophytin } a}{C_{55}H_{72}O_5N_4}$$

Verdünnte Kohlensäure wirkt ebenso, nur entsprechend langsamer. Beim Einleiten von 20prozentiger Kohlensäure wird die kolloidale Lösung in 4 Stunden deutlich gelbstichig, und nach 2 Tagen ist mehr als die Hälfte des Chlorophylls zersetzt. Mit 5prozentiger Kohlensäure verliert Chlorophyll in 4 Tagen etwa die Hälfte des Metalls.

Hierdurch wird erklärt, daß kohlensäurehaltige Luft mit über 20 Prozent CO_2 auf die grünen Blätter schädigend einwirkt.

Es ist zu erwarten, daß die vorsichtige Zersetzung einer sekundären Magnesiumverbindung nicht ohne intermediäre Bildung einer primären Verbindung erfolgt.

Um ein Zwischenprodukt der Reaktion von Chorophyll mit Kohlensäure aufzusuchen, bedienten wir uns der genauen Methode zur Messung von Gasabsorptionen, die von G. JUST[1] und von G. GEFFCKEN[2] beschrieben und von A. FINDLAY[3] bei Messungen der Kohlensäureabsorptionen kolloidaler Lösungen angewandt worden ist. Die Einrichtung der Gasbürette haben wir darin verbessert, daß durch eine besondere Anordnung Temperaturgleichheit im Absorptionsgefäß und in der Bürette herbeigeführt wurde, um Unterschiede in der Dampfspannung der Lösungsmittel zu eliminieren.

[1] Zeitschr. f. physikal. Chem. 37, 342 [1901].
[2] Zeitschr. f. physikal. Chem. 49, 257 [1904].
[3] Journ. chem. Soc. 97, 536 [1910].

In diesem Apparat wurde die Kohlendioxydabsorption der kolloidalen Chlorophyllösung bis zur Sättigung verfolgt. Die Reaktion dauerte $3^1/_2$ Tage, die Absorption entsprach 2 Molen CO_2, welche für die Bildung von Magnesiumbikarbonat erforderlich sind.

Diese Zersetzlichkeit des Chlorophylls stört die genauere Untersuchung seines Verhaltens gegen Kohlensäure und vereitelt die Anwendung der Methoden, die mit Erfolg bei den Reaktionen des Blutfarbstoffs angewandt worden sind.

Der Nachweis eines dissoziierbaren Additionsproduktes von Chlorophyll mit Kohlensäure ist uns zuerst auf folgendem Wege gelungen. Im Absorptionsapparat von Geffcken ließen wir die kolloidale Chlorophyllösung einen bestimmten Teil der zur Zersetzung erforderlichen Menge von Kohlendioxyd aufnehmen. Dann wurde die Lösung aus dem Apparat entnommen, das teilweise zersetzte Chlorophyll in Äther übergeführt, eingedampft und seine Asche bestimmt. Der Magnesiumgehalt war zu hoch gegenüber der Voraussetzung, die absorbierte Kohlensäure habe die äquivalente Menge von Magnesium abgespalten; dabei ist sogar vollständige Bikarbonatbildung der Berechnung zugrunde gelegt worden.

Ein Teil der aufgenommenen Kohlensäure war also in Reaktion getreten, ohne das Magnesium dem Molekül zu entziehen. Dieser Anteil der Kohlensäure sinkt bei längerer Versuchsdauer und steigt bei Anwendung tieferer Temperatur.

Chlorophyll-präparat[1]	Dauer und Temperatur der Einwirkung von CO_2	Absorbiertes CO_2 in Proz. der für Mg-Gehalt ber. molekul. Menge	Magnesiumgehalt		Dissoziabel gebundenes CO_2 in Proz. der für den Mg-Gehalt ber. molekul. Menge
			vor dem Versuch	nach dem Versuch	
Chlorophyll *a*	80 Stunden, 15°	207	2.40	0.20	—
Chlorophyll *b*	24 Stunden, 15°	81	2.43	1.78	27
Chlorophyll *a* + *b*	50 Minuten, 0°	23	2.31	2.17	11
Chlorophyll *a* + *b*	19 Stunden, 0°	60	2.31	2.00	33

Der Austritt des Magnesiums geschieht bei dem Chlorophyll *b* weniger leicht als bei der Komponente *a*; bei dieser folgt er der Addition der Kohlensäure, wenn sie bei gewöhnlicher Temperatur vorgenommen wird, unmittelbar nach.

Man wird einen tieferen Einblick in diese Verhältnisse gewinnen, wenn man die Entbindung der Kohlensäure aus der Chlorophyllösung untersucht. Zur Kontrolle der Methode haben wir mit reinem Wasser

[1] Die angewandten Chlorophyllpräparate älterer Herstellung zeigten durchweg zu niedrige Aschengehalte.

Vorversuche angestellt und hier für das mittels der Gasbürette bestimmte Volumen der absorbierten Kohlensäure das Gewicht ermittelt durch Austreiben mit einem Luftstrom und Absorption mit Natronkalk. Die Zahlen stimmten mit den Dichteangaben von Lord Rayleigh überein.

Beim Eliminieren der Kohlensäure aus der Chlorophyllösung durch einen Luftstrom fanden wir zunächst niedrigere Werte als für das gleiche Volumen Wasser; während der Operation hat die gelöste Kohlensäure weiter zersetzend gewirkt. Es war eine Verbesserung, die Kohlensäure bei 0° auszutreiben und noch zweckmäßiger, schon die Absorption bei 0° auszuführen. Damit die Zersetzung des Chlorophylls nicht überwiege, begnügen wir uns mit der Absorption eines Teiles der möglichen Menge Kohlendioxyd. Dadurch werden allerdings die Differenzen, um deren Feststellung es sich handelt, sehr klein.

Die bei 0° mit Kohlensäure behandelte kolloidale Chlorophylllösung gibt bei der Dissoziation mehr Kohlensäure ab als das entsprechende Volumen kohlensäuregesättigten Wassers, aber das Mehr ist zum Teil auf Dissoziation von Magnesiumbikarbonat zurückzuführen. Die Abgabe der Kohlensäure ist anfangs rasch und wird dann sehr langsam; bei Zugabe von Alkohol zur Bildung einer wahren Chlorophylllösung erfolgt wieder eine lebhaftere Abgabe des Gases. Wahrscheinlich dringt in das Innere der Kolloidteilchen die Kohlensäure langsam ein, und sie wird von dort langsam entbunden. Den Rest des Kohlendioxyds erhält man endlich beim Zufließenlassen von Säure. Die an Magnesium gebundene Menge, wegen des Vorliegens als Bikarbonat mit 2 multipliziert, zeigt den Bruchteil des Chlorophylls an, welcher zersetzt worden ist. Auch bei dieser Bestimmung findet man niedrigere Zahlen für die Zersetzung des Chlorophylls, als die absorbierte Gasmenge erwarten ließe.

Beispiel: 0.505 g Chlorophyll (Gemisch von *a* und *b*) zu 104.02 ccm kolloidaler Lösung gelöst, absorbierten 184.45 ccm CO_2 bei 0° und unter 747.3 mm Partialdruck, d. i. um 6.45 ccm mehr als das Wasser dieser Lösung. Dieses Mehr beträgt 12.6 mg, d. i. 60 Prozent eines Mols, bezogen auf den Magnesiumgehalt des angewandten Präparates. Durch das Magnesium blieben 3.5 mg CO_2 gebunden, die erst durch Säure ausgetrieben wurden; 5.6 mg sind dissoziabel absorbiert gewesen, d. i. 27 Prozent eines Moleküls Kohlensäure.

Nach der Aschenbestimmung wurde berechnet: 33 Prozent eines Mols CO_2, dissoziirbar addiert.

Die Versuche sind bisher so weit geführt worden, als unser Vorrat an Chlorophyll erlaubt hat. Sie zeigen, daß Chlorophyll mit Kohlen-

säure eine dissoziable Verbindung eingeht, und sie regen zu weiteren Messungen an, die unter günstigeren Versuchsbedingungen und mit frischen Präparaten vorgenommen werden sollen.

III. Absorptionsvermögen der Blätter für Kohlensäure ohne Lichtwirkung.

Es erschien uns nicht genügend klargelegt, mit welchen Mitteln ein Blatt seine bedeutende assimilatorische Leistung unter den gewöhnlichen Lebensbedingungen vollbringt, auf welche Weise es nämlich den kleinen Kohlendioxydinhalt der Atmosphäre mit großer Geschwindigkeit ansaugt.

Brown und Escombe[1] haben sich in einer interessanten Untersuchung mit der Frage beschäftigt, ob die Spaltöffnungen der Laubblätter für den Eintritt der Kohlensäure genügen, und sie haben gezeigt, daß sich die Diffusion durch eine durchlöcherte Scheidewand ebenso vollzieht, wie wenn keine Scheidewand vorhanden wäre, wenn nur die zahlreichen Sieblöcher genügend weit auseinander liegen, um sich in ihrer Wirkung nicht zu beeinträchtigen. Dadurch wird nur verständlich, daß die Epidermis mit ihren Einrichtungen den Eintritt der Luft nicht erschwert. Aber die hereindiffundierende Luft bietet den Chloroplasten die Kohlensäure in einer für ihre Verarbeitung so ungünstigen niedrigen Konzentration dar, daß es schwierig ist, den raschen Verlauf des Assimilationsvorgangs zu erklären.

Wir haben beobachtet, daß die grünen Blätter über eine chemische Einrichtung verfügen, mit der sie die Konzentration der Kohlensäure erhöhen und einen Vorrat von Kohlensäure in günstigerer Konzentration aufspeichern. Die Erscheinung begegnete uns zuerst bei Assimilationsversuchen mit erfrorenen, dürren Blättern, die bei allmählichem Aufnehmen der Feuchtigkeit unter Lichtausschluß Absorption von Kohlensäure erkennen ließen. Dann wurde gefunden, daß frische Blätter und getrocknete nach dem Anfeuchten aus kohlensäurehaltiger Luft ohne Mitwirkung des Lichts Kohlensäure absorbieren. Da eine solche Aufnahme von Kohlendioxyd nur dann sinngemäß ist, wenn eine umkehrbare Reaktion vorliegt, so ist Abhängigkeit von der Temperatur zu erwarten. Es wird also, noch ehe wir über ein Verfahren verfügen, um die Absorption im absoluten Betrag zu bestimmen, möglich sein, beim Arbeiten mit einem Strom von konstantem Kohlensäuregehalt durch Erhöhung der Temperatur Abgabe und durch Abkühlen Aufnahme von Kohlensäure herbeizuführen und quantitativ zu bestimmen.

---

[1] Phil. Transactions 193, 223 [1900].

Demgemäß ordnen wir für die Versuche die Blätter ähnlich an wie für die Assimilation, ohne indessen Wasser in die Assimilationskammer einzufüllen. Um den Einfluß der Atmung auszuschalten, bestimmen wir diese in Parallelversuchen in kohlensäurefreier Luft für die niedrigere und höhere Versuchstemperatur und namentlich bei möglichst gleichmäßiger Anordnung für den Übergang von einer Stufe zur anderen.

Über die Blätter wird bei 0° oder bei 5° ein Strom von 5- bzw. 10prozentiger Kohlensäure geleitet; darauf wird die Temperatur rasch auf 30° erhöht. Infolge der gesteigerten Atmung ist eine gewisse Erhöhung des Kohlensäuregehaltes zu erwarten, die sich wegen der schädlichen Räume und in Anbetracht der zur Erwärmung der Blätter erforderlichen Zeit allmählich einstellen sollte. Es findet aber eine viel bedeutendere und sehr rasche Kohlensäureabgabe statt, die vorübergehend den Kohlensäuregehalt des Gasstromes von 5 auf 5.5 Prozent oder von 10 auf etwa 11 Prozent steigen läßt. Bei der Wiederabkühlung auf 0° erfolgt der entgegengesetzte Vorgang. Der Kohlensäuregehalt sinkt rasch für eine gewisse Zeit auf etwa 4.5 bzw. 9 Prozent. Hier erkennt man sofort, daß die Erscheinung keinen Zusammenhang mit der Atmung hat; denn wenn die Atmung schwächer wird, so kann dadurch der Gasstrom nicht kohlensäureärmer werden, als er der Druckflasche entnommen wird.

Auch mit getrockneten und gepulverten Blättern ist die Erscheinung untersucht worden. Wird solches Material befeuchtet, so setzt zunächst eine lebhafte Oxydationstätigkeit ein. Nach dem Abflauen zu sehr niedrigen Werten lassen wir einige Zeit die kohlensäurehaltige Luft über das feuchte Mehl streichen und verändern dann die Temperatur.

Erstes Beispiel. Mit 10prozentiger Kohlensäure.

Vorversuch für die Atmung.

20 g junge Erdbeerblätter; Fläche derselben 700 qcm, Trockengewicht 7.0 g, Chlorophyllgehalt 37.5 mg.

CO_2, abgegeben in der Periode des Übergangs von 5° auf 30° und in 2 Stunden bei dieser Temperatur: 52.3 mg; beim Übergang von 30° auf 5° und in 2 Stunden bei dieser Temperatur: 11.7 mg.

Absorptionsversuch.

20 g junge Erdbeerblätter; Fläche derselben 744 qcm, Trockengewicht 7.0 g, Chlorophyllgehalt 37.0 mg.

CO_2, abgegeben in der Periode des Übergangs von 5° auf 30° und in 2 Stunden bei dieser Temperatur: 62.5 mg; beim Übergang von 30° auf 5° und in 2 Stunden bei dieser Temperatur: 2.5 mg.

Die Entbindung von CO_2 von 5 bis 30° betrug 10.2, die Absorption bei der Temperaturerniedrigung 9.2 mg.

Auf das vorhandene Chlorophyll berechnet, entspräche die Gasentwicklung beim Erwärmen etwa $5\frac{1}{2}$ Molen CO_2.

Das in den Blättern enthaltene Wasser würde, wenn es als reines Wasser vorhanden wäre, beim Erwärmen von 5 auf 30° 1.9 mg CO_2 entbinden.

Zweites Beispiel. Mit 5prozentiger Kohlensäure.

20 g junge Erdbeerblätter, 990 qcm, Trockengewicht 6.25 g.

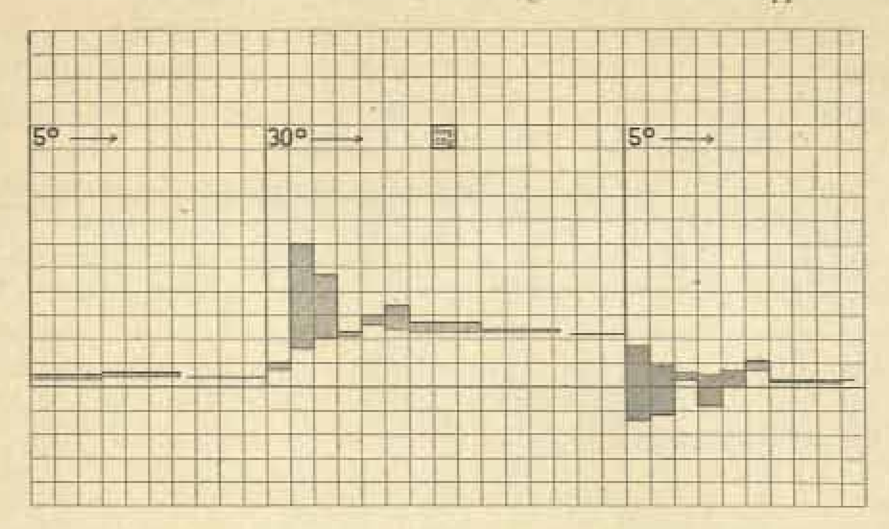
Beim Übergang von 0° auf 30° und in darauffolgenden 45 Minuten betrug die Kohlensäureabgabe 6.6 mg (ohne Atmungskohlensäure), von 30° auf 0° und in weiteren 45 Minuten war die Absorption 8.0 mg; beim Wiedererwärmen auf 30° und in folgenden 45 Minuten betrug die erneute Abgabe 8.0 mg.

Drittes Beispiel. Pulver trockner Brennesselblätter.

10 g, mit 30 ccm $\frac{n}{100}$-Sublimatlösung angefeuchtet, wurden bei 0° mit 5prozentiger Kohlensäure behandelt. Beim Erwärmen auf 30° wurden in 2 Stunden 19.3 mg CO_2 entbunden. Es zeigte sich, daß die gepulverten Blätter anfangs mit Kohlensäure noch nicht gesättigt gewesen sind. Beim Abkühlen auf 0° nahmen sie in 2 Stunden 31.3 mg CO_2 auf.

Um die Erscheinung anschaulich zu machen, stellen wir das Ergebnis des ersten Beispiels in der Figur so dar, daß die Teilstrecken auf der Abszisse die Zeit von 5 Minuten bedeuten; die in dieser Zeit gemessenen Kohlensäuremengen werden als Flächen aufgetragen, so daß ein Quadrat 1 mg CO_2 entspricht. Die Fläche zwischen der ausgezogenen Linie und der Abszisse gibt für die Blätter in der 10prozentigen Kohlensäure die Abgabe und Aufnahme von CO_2 einschließlich der Atmung an; die punktierte Linie schließt die Kohlensäureabgabe in Luft ein, also die Atmung allein. Die Differenz beider Flächen gibt die Mengen der abgegebenen und absorbierten Kohlensäure an.

Die Ausrüstung der Blätter mit einem Kohlensäureabsorbens erinnert an eine Einrichtung des Blutes, die in diesem für die Abfuhr der Kohlensäure dient. Außer dem Hämoglobin, dessen Eiweißkomponente Kohlendioxyd bindet, führt auch das Serum dissoziabel gebundene Kohlensäure, die man wenigstens teilweise an Albumine gebunden annimmt. Wenn es für das Plasma des Blutes noch nicht möglich war, die kohlensäurebindenden Stoffe genauer zu beschreiben,



so wäre es verfrüht, schon über die Stoffe im Blatt zu urteilen, welche die Kohlensäure anziehen und übertragen. Es ist möglich, daß bei der beschriebenen Absorptionserscheinung Carbaminoverbindungen von Aminosäuren oder von Eiweißstoffen gebildet werden. Der präparativen Arbeit wird hier eine neue Aufgabe gestellt.

IV. Zur Theorie der Assimilation.

Wie aus dem III. Abschnitt hervorgeht, wird der Zutritt der Kohlensäure zu den Chloroplasten durch eine absorbierende Substanz vermittelt. Die Vorrichtung wird als ein Kohlensäureakkumulator wirken, indem sie das Kohlendioxyd der Luft auf größere Konzentration bringt, und sie ist infolge ihrer Eigenschaft, sich bei niedriger Temperatur[1] reichlicher mit Kohlensäure zu beladen, geeignet, die Assimilation unter den natürlichen Verhältnissen zu fördern.

Die Kohlensäure wandert an den Ort des geringsten Kohlensäuredruckes weiter.

Im eigentlichen Assimilationsprozesse können wir mehrere Teilvorgänge unterscheiden.

Zunächst addiert das Chlorophyll Kohlensäure und bildet eine dissoziable Verbindung, wie im II. Abschnitt gezeigt worden ist. Es ist anzunehmen, daß diese Verbindung die Lichtenergie aufnimmt und dadurch in ein Isomeres von größerem Energieinhalt umgelagert wird, welches sich zum freiwilligen Zerfall eignet. Ein Umwandlungspro-

[1] Zur Erklärung der beobachteten Beziehungen (F. F. BLACKMANN, Annals Bot. 19, 281 [1905]) zwischen Temperatur und Assimilation ist es von Bedeutung, daß die geschilderte primäre Kohlensäureabsorption und die enzymatisch erfolgende Spaltung durch Temperaturänderung im entgegengesetzten Sinne beeinflußt werden.

dukt der Kohlensäure, das unter Energieverlust enzymatisch gespalten werden kann, ist als Zwischenglied zu denken, da die im I. Abschnitt mitgeteilten Beobachtungen es sehr wahrscheinlich gemacht haben, daß ein Teilvorgang der Assimilation enzymatischer Art ist.

Es ist nur ein Isomeres der Kohlensäure von Peroxydnatur bekannt, dem die Rolle des Zwischenproduktes zugeschrieben werden könnte, nämlich die von J. D'Ans und W. Frey[1] in Lösung gewonnene Perameisensäure, welche leicht in Kohlendioxyd und Wasser zerfällt. Im Assimilationsvorgang ist natürlich eine andere Spaltungsweise des Zwischenproduktes anzunehmen, nämlich sein Zerfall unter Sauerstoffentwicklung.

Da für eine Perameisensäure verschiedene Strukturformeln in Betracht gezogen werden können:

$$\mathrm{C}\begin{matrix}\diagup \mathrm{O{-}OH} \\ \diagdown \mathrm{H} \quad \mathrm{O} \end{matrix} \quad \text{und} \quad \begin{matrix}\mathrm{H} \\ \mathrm{HO}\end{matrix}\!\!>\!\mathrm{C}\!<\!\begin{matrix}\mathrm{O} \\ | \\ \mathrm{O}\end{matrix},$$

Formylhydroperoxyd — Formaldehydperoxyd

so ist es wohl möglich, daß das an Chlorophyll gebundene Zwischenprodukt der Photosynthese eine andere Form des Peroxyds ist als die in Substanz bekannte Perameisensäure.

[1] Berichte d. D. Chem. Ges. 45, 1845 [1912] und Zeitschr. f. anorgan. Chem. 84, 145 [1913].

Ausgegeben am 22. April.

1915.
XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

15. April. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

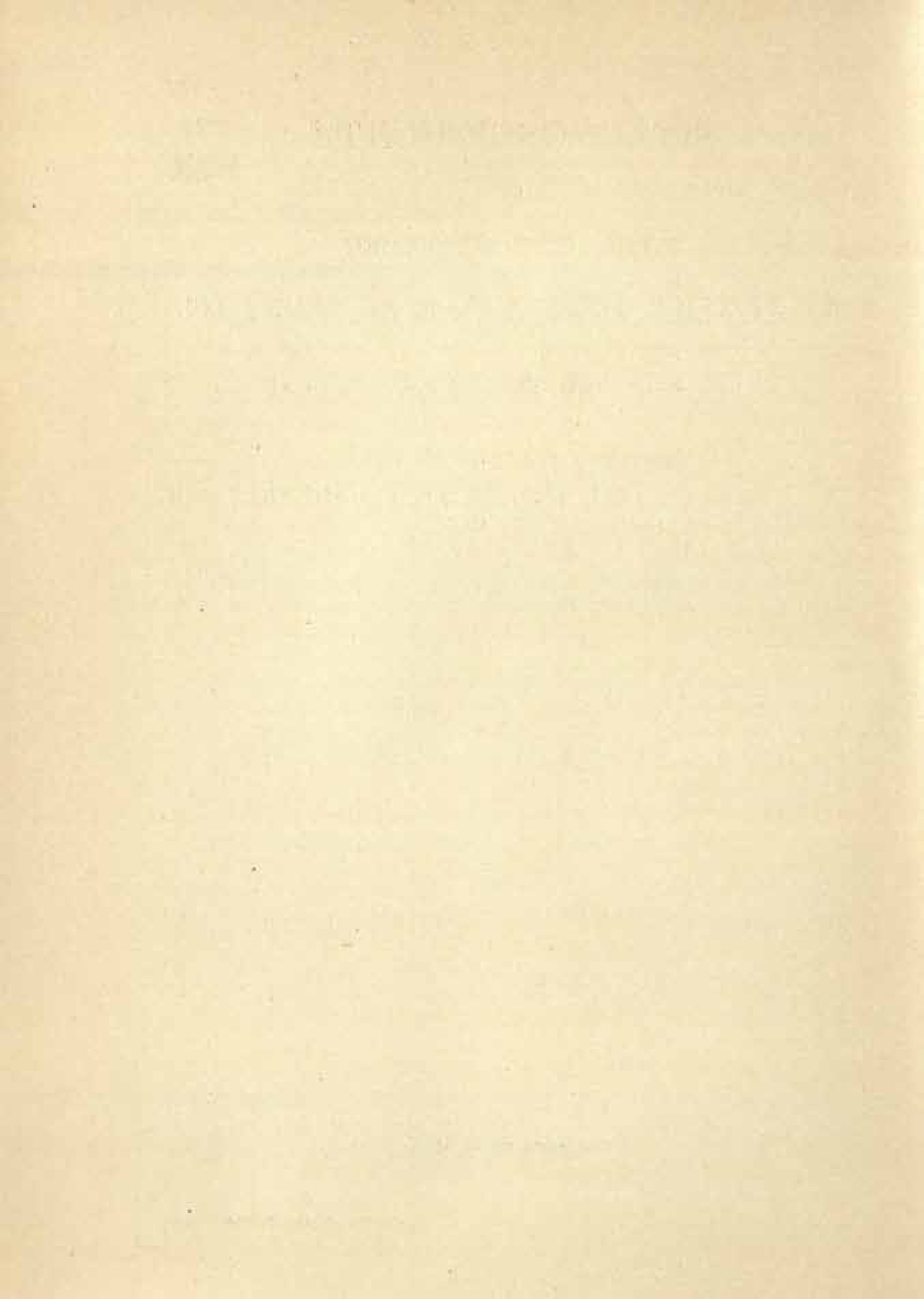
Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*Hr. Loeschcke sprach über die kunstgeschichtliche Stellung der Dioskuren von Monte Cavallo.

Die Statuen scheinen römische Kopien hellenistischer Originale zu sein, die der Zeit und Kunstweise des Damophon von Messene nahestanden. Die Ausführungen erscheinen in den Schriften des Kais. Deutschen Archäologischen Instituts, das eine neue Veröffentlichung der Dioskuren vorbereitet.

Ausgegeben am 22. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1915.
XXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

22. April. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

*1. Hr. Waldeyer sprach über die Anthropoiden-Station auf Teneriffa.

Er gab einen Bericht über die Einrichtung der Station sowie über die Ergebnisse der Beobachtungen des Hrn. Teuber, Leiters der Station während des ersten Jahres ihres Bestehens nach Aufzeichnungen des Hrn. Professor Dr. Rothmann, Privatdozenten an der Universität Berlin. Weiter berichtete er über Versuche, welche der jetzige Stationsleiter, Hr. Privatdozent Dr. Köhler, an den Schimpansen über deren Tiefensehen, Sehgröße und Farbensehen angestellt hat. Über das Farbensehen wurden auch vergleichende Untersuchungen an Hühnern vorgenommen.

2. Vorgelegt wurden Serie I der Beiträge zur Flora von Mikronesien und Serie IV der Beiträge zur Flora von Papuasien (Leipzig und Berlin 1914), beides Ergebnisse von Forschungen, die mit Hilfe der Hermann-und-Elise-geb.-Heckmann-Wentzel-Stiftung ausgeführt worden sind.

Ausgegeben am 6. Mai.

SITZUNGSBERICHTE 1915.

XXIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

29. April. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Roethe.

1. Hr. Hintze sprach über den »Ursprung des Landratsamts in der Mark Brandenburg«.

Er machte einige vorläufige Mitteilungen über Archivstudien, welche die Vorgeschichte des märkischen Landratsamtes zum Gegenstande haben. Er führte aus, daß keine der beiden bisherigen Ansichten, wonach das Landratsamt entweder aus einer Verbindung von ständischem Direktor und fürstlichem Kommissarius oder nur aus dem letzteren allein entstanden sein sollte, allgemeingültig ist, daß vielmehr zwischen den einzelnen Landschaften unterschieden werden muß und daß namentlich auch die großen und die kleinen Kreise mehr als bisher auseinandergehalten werden müssen.

2. Hr. Erman legte eine vorläufige Mitteilung des Hrn. Dr. Grapow »Über einen ägyptischen Totenpapyrus aus dem frühen Mittleren Reiche« vor. (Ersch. später.)

Die Königlichen Museen haben im vorigen Jahre einige Papyrus erworben, die in einem Grabe aus dem Ende des dritten Jahrtausends v. Chr. gefunden sind und die im wesentlichen den späteren sogenannten Totenbüchern entsprechen. Nur sind sie abweichend von diesen nicht in Hieroglyphen, sondern in der gewöhnlichen »hieratischen« Buchschrift geschrieben. Auch im Inhalt unterscheiden sie sich von jenen, da sie neben Totensprüchen der üblichen Art auch die sogenannte Opferliste enthalten, d. h. die Liste der Speisen, die man dem Toten wünscht. Eine besondere Bemerkung gibt uns dann die Namen der beiden Abschnitte an; die Opferliste ist das »dauernde Festopfer«, während die Totensprüche die »Verklärungen« heißen.

Der Ursprung des Landratsamts in der Mark Brandenburg.

Von Otto Hintze.

Es ist meine Absicht, einige vorläufige Mitteilungen zu machen über die Resultate von Archivforschungen, die ich in der letzten Zeit angestellt habe, und die die Vorgeschichte des preußischen Landratsamtes zum Gegenstand haben. Das Landratsamt ist ja eine der eigenartigsten Einrichtungen des preußischen Staates und bewahrt in den östlichen Provinzen noch heute einen Rest von dem halb ständischen Charakter, der ihm seinem Ursprung nach früher eigen war. Seine Eigentümlichkeit besteht eben darin, daß sein Träger zugleich ein kurfürstlicher oder königlicher Beamter und ein Vertrauensmann der Kreisstände, ein Vertreter der Interessen des ritterschaftlichen Grundbesitzes war. Dadurch ist das Landratsamt zum Kern einer aristokratischen Selbstverwaltung in den Kreisen geworden: in dieser Hinsicht hat es eine große Ähnlichkeit mit dem englischen Friedensrichteramt, das freilich seinen Schwerpunkt in der Ausübung von Justiz und Polizei fand, während dem preußischen Landrat bis tief ins 19. Jahrhundert hinein noch die Patrimonialgerichtsbarkeit und -polizei der Rittergutsbesitzer gegenüberstand. Die Polizeigewalt des preußischen Landrats beschränkte sich mehr auf eine allgemeine landespolizeiliche Aufsicht im Kreise; aber mit diesen polizeilichen Befugnissen verbanden sich von jeher solche von militärischer und finanzieller Natur, die den englischen Friedensrichtern fehlten, und hierin besteht das eigentlich Preußische an diesem Amt, das aus der Not des 30jährigen Krieges geboren war und in gleichem Schritt mit dem preußischen Militärstaat erwachsen ist. Hier wird einer der Punkte sichtbar, wo man am deutlichsten erkennt, worin eigentlich das Wesen des preußischen Militarismus besteht: was man so nennt, ist ja vor allem die innige Durchdringung der ganzen bürgerlichen Staatsverfassung und -verwaltung mit militärischen Gesichtspunkten, und diese tritt in dem Landratsamt, ganz besonders in seiner älteren Gestalt, mit greifbarer Deutlichkeit zutage.

Aber nicht über den allgemeinen Charakter und die verwaltungsrechtliche Bedeutung des Amtes will ich hier handeln — darüber ist in der Literatur schon genug gesagt —, sondern über die spezielle Frage seines Ursprungs in der Mark Brandenburg; denn von der Mark Brandenburg aus hat sich das Landratsamt in seiner eigentümlichen Gestalt erst über die mittleren Provinzen des Staates, dann auch über Schlesien, Ost- und Westpreußen und die westlichen Lande ausgedehnt.

In der Ursprungsfrage aber stimmen die Ansichten der Forscher nicht völlig überein, und der Unterschied der Meinungen ist nicht belanglos. Die einen vertreten die Ansicht, daß das Landratsamt aus einer doppelten Wurzel entsprungen sei, nämlich aus der Stellung eines ständischen Kreisdirektors und aus dem Amt eines fürstlichen Kriegskommissarius. Beides, meinen sie, habe sich miteinander verbunden und den eigentümlichen doppelseitigen Charakter des Landratsamtes hervorgebracht. Diese Ansicht ist schon mit großer Schärfe vertreten worden von dem ersten, der diese Ursprungsfrage behandelt hat, einem anonymen Autor, der 1828 in Kamptz' Annalen darüber geschrieben hat und der nach einer bibliothekarischen Notiz der bekannten märkischen Adelsfamilie von Vosz angehört, aber nicht identisch ist mit dem schon 1823 verstorbenen Minister dieses Namens. In der Hauptsache auf demselben Standpunkt steht der Archivdirektor G. W. von Raumer in einer ebenfalls anonymen Abhandlung im Berliner Politischen Wochenblatt von 1832/33. Die gleiche Auffassung hat noch neuerdings besonders wirkungsvoll vertreten Gustav von Schmoller im 1. Bande der Acta Borussica 1892, und 10 Jahre später hat sie Dr. jur. Franz Gelpke in einer Abhandlung des Verwaltungsarchivs eingehend quellenmäßig zu begründen unternommen.

Auf der andern Seite steht, wenn auch mit einer nicht ganz klar formulierten Ansicht, der verdienstvolle Forscher Siegfried Isaacsohn, der zuerst eingehende archivalische Forschungen über die Geschichte des preußischen Beamtentums angestellt hat; ganz klar und entschieden wird dann von Conrad Bornhak in seiner Geschichte des preußischen Verwaltungsrechts und auch in seiner neueren Preußischen Staats- und Rechtsgeschichte die Ansicht ausgesprochen, daß das Landratsamt nur eine Wurzel habe, nämlich das Kriegskommissariat, in dem schon an sich die fürstliche und die kreisständische Seite des Amtes verbunden erscheine. Dieser Ansicht hat sich neuerdings auch die von mir angeregte Berliner Dissertation von Paul Steffens 1914 angeschlossen, die freilich ihren Schwerpunkt in der späteren Entwicklung des Landratsamts im 18. Jahrhundert hat; eine Klärung der Streitfrage über den Ursprung, wie ich sie gewünscht hätte, hat sie nicht gebracht.

weil die dazu erforderlichen sehr schwierigen und komplizierten archivalischen Forschungen einem Anfänger zuviel zugemutet hätten. Der Niederschlag, den die Vorgeschichte des Landratsamts in den Akten hinterlassen hat, ist nämlich dermaßen versteckt und verstreut, sachlich und zeitlich, daß eine längere Vertrautheit mit archivalischen Forschungen dazu gehört, ein einigermaßen vollständiges und brauchbares Material zusammenzubringen. Ich habe mich daher dieser Aufgabe selbst unterzogen und kann wohl sagen, daß ein gewisses Maß von Geduld und Selbstverleugnung dazu gehörte, sie zu lösen.

Die beiden charakterisierten Standpunkte schienen mir längst in dieser einfachen und allgemeingültigen Form nicht haltbar. Bei den älteren Vertretern der Theorie vom Kreisdirektor lag sichtlich etwas von der romantischen Voreingenommenheit für altständisches Wesen zugrunde, die in den 20er und 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts sehr stark war; umgekehrt trat in der Auffassung von Bornhak eine einseitig monarchische, antiständische Tendenz zutage, die seine Arbeiten überhaupt charakterisiert. Indessen erhoben beide Auffassungen den Anspruch, quellenmäßig begründet zu sein und konnten in der Tat manche Zeugnisse aus der gedruckten Myliusschen Ediktensammlung wie aus den wenigen bekanntgewordenen Aktenstücken für sich anführen.

Das Hauptargument für die Theorie von der Verbindung des Amtes eines fürstlichen Kommissars mit dem älteren eines ständischen Kreisdirektors besteht in der Akzise- und Steuerordnung von 1641. Dort wird gesagt: die Landschaften von Mittelmark, Ruppin und Uckermark seien in Berlin zusammengetreten (nur diese drei: von Altmark und Priegnitz und von der Neumark ist hier nicht die Rede), und sie hätten zur leichteren Unterhaltung der Soldateska die »modi generales collectandi« eingeführt; der Kurfürst hätte das revidiert und bestätigt. Demzufolge werden nun die Einwohner angewiesen, die neuen Abgaben zu zahlen an die »von unsern getreuen Landständen obbemeldeter Kreise verordneten Directores und Einnehmer«; und allen kurfürstlichen Offizieren, Räten und Beamten wird befohlen, daß sie diesen von den Ständen »in mehrbemeldeten Kreisen deputierten Direktoren und Einnehmern« auf ihr Begehren die Hand bieten und zur Durchführung der Ordnung helfen sollen. Dieses Dokument wird schon von Vosz und ebenso noch von Gelpke so ausgelegt, daß diese Direktoren und Einnehmer als ständische Kreisdirektoren und ständische Kreiseinnehmer der kleinen Kreise der Kurmark aufgefaßt werden, in denen später die lokale Verwaltung sich abspielt. Diese Deutung ist nun aber sicherlich falsch. Um das verständlich zu machen, muß ich einen Moment auf den Unterschied

zwischen den großen und den kleinen Kreisen der Kurmark eingehen. Was wir heute Kreis nennen, das sind die kleinen Kreise. Diese sind aber in der Mark Brandenburg zum Teil erst im 19. Jahrhundert gebildet worden; nur einige davon sind alt; sie haben aber vor dem 30jährigen Kriege in der Kurmark auch noch nicht als lokale Verwaltungsbezirke gedient. Viel wichtiger für die landständische Verfassung und Verwaltung sind die großen Kreise, die sogenannten Hauptkreise, die man auch als »Landschaften« oder »Marken« bezeichnet: die Altmark mit der Priegnitz, die Mittelmark mit dem Land Ruppin, die Uckermark mit dem Lande Stolp, die Neumark mit den sogenannten inkorporierten Kreisen. Diese Hauptkreise bildeten besondere ständische Korpora, aus denen sich die allgemeine kur- und neumärkische Landschaft zusammensetzte, und sie hatten vor allem auch besondere Einrichtungen für die ständische Steuerverwaltung. Die Mittelmark zerfiel noch in 7 kleinere Kreise: Havelland, Glien-Löwenberg, Zauche, Ober- und Nieder-Barnim, Teltow, Lebus. Das waren uralte landschaftliche Sonderbildungen, die bis auf die Kolonisationszeit und vielleicht noch auf alte wendische Gaueinteilungen zurückgehen. In diesen kleinen Kreisen wurden die ritterschaftlichen Deputierten gewählt, aus denen sich der Ausschuß der mittelmärkischen Ritterschaft zusammensetzte; aber eine weitere Bedeutung hatten sie bis zum 30jährigen Kriege nicht; vor allem waren sie keine besonderen Bezirke der ständischen Verwaltung und hatten bis zum 30jährigen Kriege keine besondere Kreiskasse, keine Einnehmer und auch keine Direktoren. Martin Hasz hat für das letzte Drittel des 16. Jahrhunderts ausdrücklich festgestellt, daß von Kreisdirektoren hier in dieser Zeit nichts zu finden ist, und ich selbst kann hinzufügen, daß von 1600 bis 1640 dasselbe der Fall ist. Was es mit den dann auftretenden Kreisdirektoren für eine Bewandtnis hat, wird gleich noch zu erörtern sein. Ähnlich wie in der Mittelmark liegt es in der Neumark. Auch die eigentliche Neumark bildet einen Hauptkreis und zerfällt ebenfalls in 6—7 Unterkreise, die weit in die Vergangenheit zurückreichen: es sind die sogenannten Vorderkreise: Soldin, Königsberg, Landsberg a. W., mit dem zuweilen der Kreis Friedeberg verbunden erscheint; die drei Hinterkreise: Arnswalde, Dramburg, Schievelbein; dazu kommt das Land Sternberg mit der Johanniterballei Sonnenburg und die sogenannten inkorporierten Kreise Crossen und Züllichau, Cottbus und Beeskow-Storkow, der letztere Kreis in eigentümlicher Mittelstellung zwischen Kur- und Neumark. In der Altmark treten im 17. Jahrhundert noch keine besonderen Unterkreise hervor; es gibt nur 4 Landreitereibezirke, in denen besondere Landreiter die Zustellungen besorgen, in erster Linie gerichtliche, aber auch andere. Diese Landreiter, die auch in den anderen Kreisen der

Kurmark erscheinen, sind die Nachfolger der alten Pedelle (Bedelli), die einst den Vögten beigegeben waren; diese Bezirke scheinen sich mit den alten Vogteien zu decken. Aus ihnen sind später im 18. Jahrhundert die Kreise Stendal, Salzwedel, Tangermünde-Arneburg und Arendsee-Seehausen hervorgegangen; sie waren aber im 17. Jahrhundert noch nicht als besondere Verwaltungsbezirke ausgebildet. Eine ungeteilte Einheit ohne fest ausgebildete Unterkreise stellen auch die Priegnitz und die Uckermark dar. So kommt eine verhängnisvolle Unklarheit in das Bild der alten märkischen Kreiseinteilung: die kleinen Kreise stehen neben den großen, als wären sie ihnen gleichartig, und es wird meist übersehen, daß bis in den 30jährigen Krieg hinein nur die großen Hauptkreise, nicht aber die kleinen Unterkreise der Mittelmark, landständische Steuerverwaltungsbezirke waren. Darauf beruht auch der Irrtum, der bei der Interpretation der Akzise- und Steuerordnung von 1641 begangen worden ist: dieses Dokument spricht nur von den Hauptkreisen oder Landschaften, Mittelmark, Ruppin, Uckermark; das sind die »obbemeldeten Kreise«, in denen die »Landstände« Direktoren und Einnehmer verordnet haben. Von den kleinen Kreisen ist gar nicht die Rede; sie waren ja auch bloß ritterschaftliche Korporationen, während jene großen Kreise Stadt und Land umfaßten. Es wäre sehr merkwürdig gewesen, wenn man auch die Städte hätte anweisen wollen, ihre Abgaben an die Vorsteher solcher ritterschaftlichen Kreise abzuliefern. Aber die Akzise- und Steuerordnung sagt auch ganz ausdrücklich, an welche Kassen die Abgaben gezahlt werden sollen, nämlich 1. an die gemeinsame Kasse von Ritterschaft und Städten; das ist die uns wohlbekannte ständische Neubiergeldkasse in Berlin; 2. an die Spezialkassen der Ritterschaft; das sind die uns ebenfalls wohlbekannten Hufenschoßkassen der Mittelmark zu Berlin und der Uckermark zu Prenzlau; 3. an die gemeinsame Städtekasse von Mittelmark, Ruppin und Uckermark zu Berlin. Das sind die verschiedenen Kassen, aus denen sich das sogenannte Märkische Kreditwerk zusammensetzte, und in denen die landständische Steuerverwaltung der Kurmark sich erschöpfte. (Die altmärkische Hufenschoßkasse bleibt dabei natürlich unerwähnt, ebenso die altmärkische Städtekasse.) Die von den Landständen verordneten Direktoren und Einnehmer sind die Verordnetenkollegien, deren Mitglieder nachweislich auch als »Direktoren« tituliert wurden, mit den verschiedenen unter ihnen wirkenden Rentmeistern und Einnehmern; von Kreisdirektoren und Kreiseinnehmern der kleinen Kreise ist hier nicht die Rede. Damit fällt das äußerliche Hauptargument dieser Auffassung zusammen; und auch das innere Argument, das schon von Vosz sehr nachdrücklich geltend gemacht worden ist, daß doch die Kreise, wenn sie ein wirkliches

kreisständisches Leben mit regelmäßigen Kreistagen, mit einer Kreiskasse usw. gehabt hätten, auch feste Vorsteher hätten haben müssen, in deren Händen die Leitung dieses ganzen kreisständischen Wesens gelegen hätte — auch dieses innere Argument a priori schlägt nicht durch; denn es ist ja eben die Frage, ob ein solches kreisständisches Leben mit regelmäßigen Kreistagen und einer besonderen Kreiskassenverwaltung in den kleinen Kreisen vor dem 30jährigen Kriege überhaupt bestanden hat, und wenigstens für die Kreise der Mittelmark glaube ich diese Frage verneinen zu müssen. Es kommt da eben auf Spezialforschungen an, wie sie bisher noch nicht angestellt waren.

Fassen wir nun aber zunächst das Hauptargument der anderen Auffassung ins Auge, der, welche nicht an ständische Kreisdirektoren glaubt und die einfache Wurzel des Landratsamts in dem Kreiskommissar des 30jährigen Krieges erblicken will. Dieses Zeugnis besteht in der Eingabe der Direktoren und Kommissarien der Mark Brandenburg vom 22. Juni 1701, in welchem sie um den Titel Landrat bitten, der ihnen denn auch durch ein königliches Reskript vom 27. September 1702 zugestanden wird. Obwohl hier von Direktoren neben den Kommissarien die Rede ist, so könnte man doch aus dem Schriftstück schließen, daß ein Direktor im Grunde nichts anderes war als ein Kommissar mit einem besonderen Titel, und daß dieser Titel damals nur den ersten Kommissarien in der Altmark und in der Uckermark zustand, die in einem dazugehörigen Schriftstück auch als »Landesdirektoren« sich bezeichnen. Das würde also die Auffassung nahelegen, daß eben die Landräte überhaupt nur Kommissarien sind und daß der Direktortitel nichts als eine Dekoration ist, die übrigens durch den neuen Landratstitel keineswegs in Wegfall kommen, sondern auch weiterhin noch gebraucht werden soll, so daß künftig von Direktoren und Landräten die Rede ist, wie früher von Direktoren und Kommissarien. Das scheint wirklich damals, zu Anfang des 18. Jahrhunderts der Zustand gewesen zu sein, wenn auch dabei die besonderen neumärkischen Verhältnisse nicht ganz zu ihrem Recht gekommen sind. Aber war es immer so gewesen? Oder liegt nicht hier vielmehr wenigstens zum Teil eine Vereinfachung und Abschleifung eines früher mehr verwickelten, weniger gleichförmigen Tatbestandes vor? Daß dem so sei, darauf scheint in der Eingabe selbst die Behauptung der Bittsteller hinzudeuten, daß sie dieselbe Stelle einnähmen, die die alten märkischen Landräte gehabt hätten und daß ihnen dieselben Funktionen oblägen wie den Landräten in Magdeburg und Pommern. Diese Behauptung werden wir freilich nicht ohne Kritik hinzunehmen haben; es bedarf einer kurzen Erörterung der Einrichtungen, um die es sich dabei handelt. Man muß unterscheiden

zwischen Landräten jüngeren und älteren Stils. Die Landräte älteren Stils, wie sie in vielen ständischen Territorien, nicht bloß in Brandenburg, Pommern und Magdeburg, erscheinen, waren Räte vom Lande, d. h. aus der Ritterschaft, die die Landesherren neben ihren Hofräten in den verschiedensten Landesangelegenheiten zu Rate zogen. Die Landräte bilden also das ständische Seitenstück zu den Hofräten. Die Hofräte werden früher auch wohl als »wesentliche Hofräte«, d. h. als beständig am Hofe anwesende Räte, bezeichnet, während die Landräte aus solchen vom Landesherrn aus der Ritterschaft bestellten Personen sich herausgebildet haben, die dem Landesherrn »von Haus aus« dienten, d. h. gewöhnlich auf ihrem Gut lebten und nur zu Zeiten bei Hofe erschienen. In manchen Territorien, z. B. in Ostpreußen, in Magdeburg, in Pommern, sind die Landräte im 16., 17. Jahrhundert zu einem geschlossenen Kollegium von bestimmter Zahl geworden, das als ständischer Beirat des Fürsten diente. Dabei ist zu unterscheiden zwischen solchen Territorien, in denen diese Landräte eine feste Beziehung zu den einzelnen ritterschaftlichen Kreisen des Landes gewannen, und solchen, wo das nicht der Fall war. In Ostpreußen z. B. bildeten die Landräte zwar ein Kollegium, haben aber nie eine engere Verbindung mit den Kreisen oder Ämtern gehabt und kommen daher für die lokale Verwaltung gar nicht in Betracht. In Pommern und Magdeburg hat die Entwicklung eine andere Bahn eingeschlagen. In Magdeburg gelten die Landräte seit ihrem deutlicheren Hervortreten um 1570 als die Vertreter der Ritterschaft in den 4 großen Kreisen des Landes. Als während des 30jährigen Krieges das Steuerwesen in den einzelnen Kreisen geordnet werden mußte, bildeten sich diese Landräte zu Direktoren des Steuerwesens und der kreisständischen Verwaltung überhaupt in ihren Kreisen aus. Sie hatten die doppelte Stellung von lokalen Kreisvorstehern und von Mitgliedern des engeren Ausschusses, der das Steuerwesen des Landes im ganzen leitete. Die Stellung der Landräte als Kreisdirektoren ist durch die preußische Verwaltung seit 1680 bestärkt worden und tritt in der Instruktion von 1692 ganz deutlich hervor. Ähnlich war es in Pommern. Hier hatten die Landräte anfänglich keine feste Verbindung mit den Distrikten oder Kreisen; aber seit 1627 wurden sie von diesen gewählt; und wenn in der Regimentsordnung von 1654 auch wieder die Wahl durch die ganze Ritterschaft eingeführt wurde, so blieben die Landräte doch in fester Verbindung mit den Kreisen und wurden auch hier im weiteren Verlaufe des 17. Jahrhunderts zu Direktoren der kreisständischen Steuerverwaltung und der ritterschaftlichen Kreiskorporation überhaupt.

In der Mark Brandenburg war es anders gewesen. Auch hier finden wir mindestens seit 1540 Landräte aus der Ritterschaft, die mit den Räten von Haus aus identisch zu sein scheinen. Den Ständen wird unter anderm das Zugeständnis gemacht, daß der Kurfürst sich in kein Bündnis einlassen will, ohne die Zustimmung »gemeiner Landräte«. Aber ein festes Kollegium von Landräten hat sich in der Mark Brandenburg nicht gebildet. Sie blieben in dem loseren Verhältnis der Räte von Haus aus und verschmolzen allmählich mit dem sogenannten großen Ausschuß, der von den Ständen der verschiedenen Kreise zur Abnahme der Rechnungen bei der Neubiergeldkasse, der wichtigsten Kasse der kurmärkischen Landschaft, deputiert wurde. Meine eigenen Beobachtungen stimmen in dieser Beziehung mit denen von Hasz überein. Wenn die märkischen Kommissarien in ihrem Gesuch von 1701 diese alten Landräte auch als Verordnete bezeichnen, so ist das vielleicht nicht ganz korrekt, aber nicht gerade im Widerspruch damit. Die Verordneten waren die Kassendirektoren, denen der große Ausschuß sozusagen als Aufsichtsrat zur Seite stand. Mit diesem großen Ausschuß sind in der Mark Brandenburg die Landräte verschmolzen, nicht eigentlich mit den Verordneten; aber allerdings waren auch wieder Verordnete der einzelnen Landschaften vielfach Mitglieder des großen Ausschusses, und man gebrauchte die Bezeichnungen »Verordnete« und »Deputierte« nicht immer mit strenger Unterscheidung. Wenn aber die Kommissarien von 1701 behaupten, daß sie an der Stelle der alten Landräte ständen, so trifft das zwar in dieser Allgemeinheit nicht zu; denn die alten Landräte hatten als solche keine Verwaltungsfunktionen in den Kreisen; wohl aber war es möglich, daß die Kommissarien ebenso wie die Personen, welche als Verordnete an der Spitze der ritterschaftlichen Steuerverwaltung in den Hauptkreisen standen, vorzugsweise aus der Zahl der alten Landräte genommen wurden; auch die Verordneten wurden ja nicht nur von ständischen Organen gewählt, sondern bedurften auch der Bestätigung durch den Kurfürsten. Inwieweit aber die Kommissarien an die Verordneten anknüpften oder mit ihnen verschmolzen, das ist im einzelnen zu untersuchen. Das ist der Hauptpunkt, auf den es hier ankommt.

Der wesentlichste Unterschied zwischen der Kurmark einerseits, Pommern und Magdeburg anderseits besteht nicht darin, daß, wie Isaacsohn meint, den brandenburgischen Kommissarien der ständische Zug gefehlt hätte, den die pommerschen und magdeburgischen Landräte hatten; es ist nicht richtig, daß dieser ständische Zug erst mit dem Landratstitel durch eine Einwirkung von Magdeburg und Pommern aus nach Brandenburg übertragen worden sei; darin liegt eine durch-

aus irrtümliche Überschätzung dieses ganzen Vorganges. Die brandenburgischen Kommissarien waren ganz ebenso die Leiter der Kreissteuerverwaltung und der ritterschaftlichen Korporation des Kreises wie die Landräte in Magdeburg und Pommern. Der Hauptunterschied zwischen beiden Teilen war der, daß in Magdeburg und Pommern die militärischen Kommissariatsgeschäfte von der eigentlichen Kreisverwaltung getrennt geblieben waren und durch besondere Marschkommissarien ausgeübt wurden, während in der Mark Brandenburg gerade das Kommissariat das Rückgrat der ständischen Kreisverwaltung geworden war.

In allen Kreisen der Mark Brandenburg, den großen wie den kleinen, werden seit dem Beginn der Einquartierungen im 30jährigen Kriege Kommissarien bestellt, die vom Kurfürsten aus der ansässigen Ritterschaft ernannt sind. Ihre Aufgabe besteht darin, gegenüber den durchmarschierenden oder einquartierten Truppen in beständiger Verhandlung mit deren Offizieren und Kriegskommissarien die Interessen des Kreises wahrzunehmen. Sie heißen gewöhnlich Kriegskommissarien; aber sie sind von denjenigen Kriegskommissarien zu unterscheiden, welche die Regimenter begleiten, auch von denen, welche später, als die stehende Armee sich ausbildet, vom Landesherrn für die eigentliche Heeresverwaltung bestellt werden. Sie sind Landkommissarien. Das ist ein technischer Ausdruck, der in doppeltem Sinne bezeichnend ist. Einmal liegt darin der Gegensatz zu den Hofkommissarien, die nicht aus der angesessenen Ritterschaft des Landes genommen werden; und weiterhin liegt darin der Gegensatz gegen die städtischen Kommissarien oder die städtischen Magistrate, die, wenn nicht von Anfang an, so doch schon sehr früh, von diesen ritterschaftlichen Kommissarien getrennt erscheinen. Wir finden anfangs meist keine Spur davon, daß diese Kommissarien von der Ritterschaft des Kreises vorgeschlagen worden seien; später ist ein solcher Vorschlag durchaus die Regel (nach dem Kriege). Es scheint, daß man anfangs auch ohne besonderen Vorschlag solche Personen dazu bestellt habe, die sowohl Vertrauensmänner des Kurfürsten wie der Kreiseingesessenen waren. Manche davon mögen in irgend einem ständischen Ehrenamt als Verordnete oder Deputierte gestanden haben, auch wo es nicht nachweisbar ist; die meisten mögen sich als kurfürstliche Räte von Haus aus gefühlt haben, auch wenn sie keine besondere Bestallung darüber hatten; jedenfalls haben diese ritterschaftlichen Kriegskommissarien von vornherein den Doppelcharakter von fürstlichen Beamten und kreisständischen Beauftragten. Sie werden sehr früh, schon während des 30jährigen Krieges, auch als Kreiskommissarien bezeichnet. Es gibt fast immer mehrere Kreiskommissarien in jedem Kreise, 3, 4, 5 auch mehr; allerdings sind nicht alle mit gleichem Eifer tätig gewesen. Mit diesen

Kreiskommissaren entsteht in den kleinen Kreisen der Mittelmark auch erst ein besonderes Kreissteuerwesen. Einnehmer treten hier erst seit dem Kriege hervor. Die Kreiskommissarien sollten in der Mark Brandenburg 30 Taler monatlich aus der Kontribution erhalten; doch blieben sie selbst mit ihren Untertanen steuerpflichtig. In der Regel scheinen sie für ihre Dörfer Freiheit von Einquartierung genossen zu haben, und das mochte wohl viele veranlassen, das schwere und undankbare Amt zu übernehmen. Oft aber hielten sich die feindlichen Offiziere, wenn die Kontribution nicht einkam, an die Kommissarien; und auch sonst hatten diese an Person und Eigentum manches zu leiden. Auch die Einnehmer galten später als Angestellte der Kreisstände. Die Landreiter dagegen, deren Beritte vielfach mit den kleinen Kreisen zusammenfallen, waren kurfürstliche Diener und in erster Linie für die Geschäfte des Kammergerichts und der Kanzlei bestimmt. Sie wurden aber auch in Kreissachen gebraucht und erhielten dann wohl einen Zuschuß aus der Kreiskasse.

Im einzelnen gestaltete sich das Verhältnis dieser Kreiskommissareien zu den älteren ständischen Organen in verschiedenartiger Weise nach den einzelnen Hauptkreisen und ihren besonderen Verfassungsverhältnissen. Die Altmark hatte zusammen mit der Priegnitz eine besondere ritterschaftliche Hufenschoßkasse mit je 2—3 Verordneten und einer größeren Anzahl von Deputierten zum Ausschuß aus jedem der beiden Länder. Unterkreise gab es hier im 17. Jahrhundert noch nicht; und so hätte es nahegelegen, daß hier eine Personalunion zwischen Verordneten und Kommissarien sich angebahnt hätte. Aber wenigstens in der Altmark ist keine Spur davon vorhanden. Die altmärkische Hufenschoßkasse führt im 17. Jahrhundert ein sehr verborgenes Dasein; die Namen der Verordneten erscheinen in den Akten nicht, auch nicht in denen des provinzialständischen Archivs; der ständische Archivar Dr. Klinkenborg vermutet, daß die vorsichtige Ritterschaft die Kasse in den unruhigen Zeiten des 17. Jahrhunderts nach Hamburg gebracht hatte, um sie den Zugriffen von Freund und Feind zu entziehen. Eine Vermischung der alten Hufenschoßkasse und der neuen Kontribution hat hier nicht stattgefunden. Je weniger man aber hier von den alten ständischen Organen hört, desto bedeutender tritt der altmärkische Landeshauptmann hervor, der ein fürstlicher Beamter von halb ständischem Charakter war und stets aus den angesehensten Familien des Landes stammte. Männer wie Thomas von dem Knesebeck, der 1646 Geheimer Rat wurde, und sein Bruder Hempo, der ihm als Landeshauptmann folgte und während der Krisis von 1651 bis 1653 einmal in Konflikt mit dem Kurfürsten geriet, weil er eigenmächtig einen Landtag der oppositionellen altmärkischen Stände ausge-

schrieben hatte, haben dem Amt eine große und dauernde Bedeutung verliehen. Der Landeshauptmann wurde hier auch zum Kommissar ernannt, wie er auch unter den Verordneten war; und es ist möglich, daß auch einer oder der andere seiner Mitkommissare diesem Kollegium angehörte. Unter den Kommissaren nahm der Landeshauptmann ganz von selbst eine leitende Stellung ein; 1657 wurde ihm noch ausdrücklich auch das Directorium in militaribus übertragen. Seit dieser Zeit verdrängt der modernere Direktortitel den alten des Landeshauptmanns. Ein Direktor und 3—4 Kommissarien verwalten die Altmark, und es scheint nicht, daß diese verschiedenen Kommissarien schon in festen Beziehungen zu den auch hier im 18. Jahrhundert vorhandenen Unterkreisen gestanden haben; das Ganze bildete noch eine administrative Einheit.

In der Priegnitz gab es keinen Landeshauptmann; die Verordneten treten auch hier nicht mit Namensnennung hervor. Für die Verbindung der Kriegskommissarien mit den Verordneten zur Hufenschoßkasse gibt es aber ein, wenn auch unsicheres Zeugnis. In einem Bericht aus dem Jahre 1629 nennen sich die Berichterstatter einmal: »Wir Euer kf. D. Verordnete und Commissarien«. Die Unterschrift lautet »E. kf. D. verordnete Commissarii und Deputierte des Priegnitzirischen Kreises«. Das Zusammenwirken der Kommissarien mit den Deputierten der Ritterschaft ist ebenso gewöhnlich wie das mit der ganzen Ritterschaft; »verordnete Commissarien« ist eine ganz gewöhnliche Bezeichnung; seltener trifft man die Unterschrift: »deputierte Commissarien«. Es sind beide Male die gewöhnlichen Kreiskommissarien damit gemeint; immerhin aber mag in der Bezeichnung mitklingen, daß die Betreffenden sich mehr als vom Kurfürsten verordnet oder als von den Ständen deputiert ansahen; es traf ja beides in ihrer Stellung zusammen. Wenn sich aber hier im Text Verordnete und Kommissarien zusammen nennen, und zwar, wo von der Führung kommissarischer Geschäfte die Rede ist, so wird man annehmen dürfen, daß ein Teil der Kommissarien — es waren damals 4—5 — zugleich Verordnete des Kreises gewesen sind.

Anders liegt es in der Mittelmark. Einen Landeshauptmann gab es hier in der Hohenzollernzeit nicht mehr; dagegen war die ritterschaftliche Hufenschoßkasse, die mit Ruppin gemeinschaftlich war, hier von großer Bedeutung. Sie hatte 2 Verordnete und einen Ausschuß von 16—20 Deputierten. Diese Deputierten wurden von den einzelnen Kreisen gewählt, vom havelländischen Kreise z. B. 4. Das Eigentümliche dieser Landschaft war das Zerfallen in solche Unterkreise. In diesen kleinen Kreisen hat sich nun während des 30jährigen Krieges die eigentliche lokale Verwaltung im Anschluß an das Einquartierungs- und Kontributionswesen ausgebildet. Diese Kreise hatten bisher keine

anderen Organe gehabt als ihre Ausschußdeputierten, meist wohl mehr als 2; das waren aber keine Kreisdirektoren gewesen, und sie hatten keine Kreiskasse gehabt. So kam es, daß die Kreiskommissarien hier die leitenden Organe des Kreises wurden; sie mögen teilweis aus den Deputierten hervorgegangen sein; wir sehen sie aber auch neben den Deputierten wie neben der Kreisritterschaft auftreten. Mit der besonderen Kreiskasse kommt erst ein stärkeres kreisständisches Leben in diese Korporation. Übrigens waren die Kreise nicht durchweg rein ritterschaftliche Gebietskörperschaften; die kurfürstlichen Ämter wurden mit dazu gerechnet, und die kurfürstlichen Räte sind immer darauf bedacht, die Interessen der Amtsuntertanen wahrzunehmen, ihre übermäßige Belastung gegenüber den ritterschaftlichen Untertanen zu verhüten; der Kreiskommissarius erschien in dieser Hinsicht nicht als unparteiisch. Mit der Leitung der Kreiskasse, die vom Einnehmer geführt wird, erhält der Kreiskommissarius die Stellung eines Vorstehers des ganzen Kreises und in Sonderheit der Ritterschaft. In manchen Kreisen, wie z. B. in Teltow und in Ruppin, kommt für ihn in den 40er Jahren der Name Direktor auf; doch ist das nur ein Titel: wir sehen ganz deutlich, daß dieselbe Person als Kommissarius und als Direktor bezeichnet wird. Mehrfach findet sich im Text eines Bestallungskonzeptes die Bezeichnung Direktor, in dem dazugehörigen gleichzeitigen Rubrum die Bezeichnung Kreiskommissarius. Wir sehen auch, daß die Stände den Titel Direktor bevorzugen, die kurfürstliche Kanzlei den Titel Kommissarius. Einmal ist auch der nach dem ständischen Vorschlag gebrauchte Titel Direktor in einem Bestallungskonzept ausradiert und durch Kommissarius ersetzt worden. Diese Tendenz der Regierung hat gesiegt: um 1701 kennt man in der Mittelmark nur Kommissarien, nicht Direktoren. Es hat hier niemals ein ständisches Kreisdirektoramt gegeben, das von dem eines Kommissarius verschieden gewesen wäre; und auch die beiden Verordneten der ganzen mittelmärkischen Ritterschaft, die nach wie vor in Wirksamkeit geblieben sind, haben hier keinen Anknüpfungspunkt zu einer Verbindung ständischer Organe mit den Kommissarien der einzelnen Kreise geboten.

Eigenartig ist die Entwicklung in der Uckermark. Auch dieser Kreis bildete ein Ganzes; einen Ansatz zur Bildung von Unterkreisen sehen wir nur vorübergehend einmal hervortreten 1650. Der Landvogt hat hier nicht dieselbe Bedeutung gewonnen wie der Landeshauptmann in der Altmark. Dagegen steht die ritterschaftliche Hufenschoßkasse des Kreises in lebendiger Wirksamkeit; und an sie hat sich die Kontributionsverwaltung einfach angeschlossen. Sie stand unter der Leitung von 2 Verordneten, die ein kleines Gehalt aus Landesmitteln erhielten wie die Verordneten überhaupt; die Rech-

nungsabnahme besorgte ein von der Ritterschaft gewählter Ausschuß von 12 Deputierten, der auch die Verordneten zu wählen oder vorzuschlagen hatte; Verordnete wie Deputierte bedurften der kurfürstlichen Bestätigung. Die Verordneten beriefen bei außerordentlichen Anlässen die Ritterschaft oder die Deputierten; aber, wie es scheint, gehörte dazu eine kurfürstliche Ermächtigung. Die Verordneten haben nun zunächst hier neben den Kriegskommissarien ihre Geschäfte weitergeführt; ob die Kriegskommissarien zum Teil aus den Deputierten genommen waren, läßt sich nicht entscheiden; jedenfalls treten auch die Deputierten noch neben den Kriegskommissarien in Tätigkeit. Wir sehen nun aber, wie hier die Kriegskommissarien oder vielmehr ein paar bedeutende Männer unter ihnen, wie Franz Joachim von Arnim und Adam von Winterfeldt, allmählich die Seele der Kreisversammlungen werden: auf ihre Veranlassung werden sie berufen; sie führen dort das große Wort; auf ihren Antrag wird beschlossen und bewilligt. Mit der Zeit, nach dem Kriege, vermischen sich Verordnete und Kommissarien: 1659 werden Antonius von Arnim auf Götzkendorf und Georg Wilhelm von Arnim auf Boytzenburg zu Direktoren und Kommissarien gewählt und vom Kurfürsten bestätigt; sie sind auch als Verordnete zur Hufenschoßkasse tätig, und 1663 wird einmal ausdrücklich bemerkt, daß das Verordnetenamt und das Direktorium ein und dieselbe Sache sei. Hier haben sich also nachweislich die Ämter der Verordneten und der Kommissarien vermischt; es waren in der Regel mehrere Kommissarien tätig, und der älteste von ihnen führte später den Titel Direktor. Der Landesdirektor der Uckermark ist also aus dem Verordnetenamt hervorgegangen.

In der Neumark gab es weder einen Landeshauptmann noch ein ständisches Verordnetenkollegium. An Stelle des Hauptmanns standen hier kollegialische Behörden, die Regierung und die Amtskammer. Die Zusammensetzung des Landes war ganz eigentümlich. Den Kern bildete die eigentliche Neumark im engeren Sinne mit ihren 6—7 Unterkreisen und dem etwas abgesondert sich haltenden Lande Sternberg; daran schlossen sich als relativ selbständige kleinere Landschaften die sogenannten inkorporierten Kreise Crossen, Züllichau, Cottbus; Beeskow-Storkow, das ganz ähnliche Einrichtungen hatte und unter dem Markgrafen Johann mit zur Neumark gerechnet worden war, stand später ganz für sich und gehörte weder zu dem neumärkischen noch zu dem kurmärkischen Landschaftscorpus. Die übrigen Kreise der Neumark sandten je 2 Deputierte der Ritterschaft zu dem alljährlich in Cüstrin zusammentretenden Landtag. Dieser Landtag hatte nicht nur die Bewilligung der Steuern in der Hand, sondern auch eine gewisse Aufsicht über ihre Verwaltung. Der Schwerpunkt der ständischen Steuer-

verwaltung fiel aber hier früh, schon vor dem Kriege, in die einzelnen Kreise. Maßgebend dafür war das Beispiel der inkorporierten Kreise gewesen, die aus dem schlesischen oder niederlausitzischen Landschaftsverband, dem sie früher angehört hatten, die kräftiger ausgebildeten Einrichtungen herübergenommen hatten, die dort bestanden. Diese inkorporierten Kreise bildeten kleine Sonderlandschaften für sich, mit einem Hauptmann oder Verweser an der Spitze und mit 2 ständischen Landesältesten, die auch wohl Direktoren genannt wurden und die das Steuerwesen und die ganze damit zusammenhängende kreisständische Verwaltung leiteten; auch einen Landesbestallten und einen Syndikus finden wir hier, vor allem aber auch einen ständischen Einnehmer, der von den Landesältesten beaufsichtigt wurde. Diese schlesisch-niederlausitzischen Einrichtungen haben nun offenbar assimilierend auf die Verfassung der eigentlich neumärkischen Kreise gewirkt, die ja ein gemeinsames landschaftliches Corpus mit jenen bildeten. Ursprünglich scheint die eigentliche Neumark mit ihren 6—7 Kreisen ein einheitliches Landessteuerwesen gehabt zu haben mit einem gemeinsamen Landeseinnehmer in Cüstrin, der vor den Deputierten jährlich Rechnung legte. In dem Landtagsrezeß von 1611 kommt zwar die Wendung vor: »Unsere Einnehmer jedes Kreises«, aber es ist sehr wahrscheinlich, daß da die eigentliche Neumark noch als ein Kreis für sich gerechnet wurde; denn erst 1614 heißt es in dem Rezeß, der Kurfürst wolle für die bewilligten Steuern Einnehmer in den einzelnen Kreisen der Neumark verordnen, wie ja die inkorporierten Kreise solche schon hätten. Wir werden annehmen dürfen, daß von dieser Zeit ab sich auch in den einzelnen neumärkischen Kreisen mit einer besonderen Kreiskasse zugleich auch ein kräftigeres kreisständisches Leben mit festeren und selbständigeren Organen ausbildete, nach dem Muster der inkorporierten Kreise. Eigentliche Kreisvorsteher, die befugt waren, die Ritterschaft zum Kreistag zu berufen, hat es vorher hier offenbar nicht gegeben: in dem Rezeß von 1611 befindet sich ein Artikel, in dem es heißt: in eiligen Sachen solle die Ritterschaft der Kreise oder jemand ihres Mittels sich an die Regierung zu Cüstrin wenden, damit diese die Berufung eines Kreistages veranlasse; eine Ausnahme wird für die Hinterkreise Dramburg und Schievelbein gemacht; weil diese zu weit von Cüstrin gelegen sind, wird gestattet, daß die Ritterschaft sich hier an den Landvogt von Schievelbein wendet, und daß dieser nach Cüstrin berichtet oder selbst die Berufung eines Kreistages bewirkt. Die Deputierten dieser Kreise waren also damals offenbar noch keine eigentlichen Kreisvorsteher, sie sind es aber mit der Zeit geworden. Im Jahre 1628, als die Werbungen neue starke finanzielle Anforderungen an das Land nötig machten, wendet sich

der Kurfürst direkt an die Vorsteher der 6 neumärkischen Kreise, und diese werden hier jetzt auch als Landesälteste bezeichnet und haben offenbar die Aufsicht über die Steuerverwaltung in ihrem Kreise. Ihre Namen sind genannt; mehrere davon sind identisch mit den Namen der Deputierten von 1611 und 1614. Zieht man in Betracht, daß seitdem 14—19 Jahre vergangen waren, so wird die Vermutung nicht unbegründet erscheinen, daß aus den Deputierten hier Landesälteste geworden sind. Aber noch eine weitere interessante Tatsache läßt sich aus diesen Namensnennungen erkennen. Drei von den Landesältesten der 6 Kreise sind zugleich damals als Kriegskommissarien nachweisbar. Man sieht also: die Ämter eines Landesältesten oder Direktors und eines Kriegskommissars beginnen sich von Anfang an in einer Person zu verbinden; das scheint dann weiterhin fortgeschritten zu sein. In den inkorporierten Kreisen finden wir ganz deutlich solche Landesälteste oder Direktoren neben den Kommissarien tätig, und wir sehen dann, wie im Laufe des 17. Jahrhunderts die beiden Ämter sich verbinden und entweder, wie in Crossen, der Landesälteste das Amt des Kommissars in sich verschlingt oder wie in Cottbus und Beeskow-Storkow beide Bezeichnungen nebeneinander für ein und dieselbe Person gebraucht werden. Eine Vereinfachung ist auch insofern eingetreten, als die 2 Landesältesten oder Direktoren in der Regel auf einen zusammenschrumpfen. Das Motiv, das dabei wirksam war, besteht in dem Betreben, soviel wie möglich an Gehalt zu sparen oder den vom Kreise für solche Besoldungen ausgeworfenen Betrag nicht in mehrere Teile zu zersplittern, sondern ihn einem Manne zu geben, der etwas dafür leistete. Den Endpunkt in der Neumark bezeichnet eine kurfürstliche Verordnung, in der es heißt: den »Commissariis und Landesältesten« in der Neumark und den inkorporierten Kreisen soll von der Regierung der Titel »Wohledler, Vester und Herr« gegeben werden. Kommissarius und Landesältester sind hier als Synonyma aufzufassen.

Der Direktortitel, der früher auch den Landesältesten gegeben wurde, hat in der Neumark eine besondere Bedeutung erhalten. Im Jahre 1665 wird Hans Heinrich von Beneckendorf auf Blumfelde auf Vorschlag der Ritterschaft der Neumark und inkorporierten Kreise zu deren Direktor konfirmiert. Der Regierung wird aufgegeben: wenn sie etwas an die Kommissarien erlasse, so solle sie ihm nicht vorbeigehen. Er ist also ein Landesdirektor, der an der Spitze der Kommissarien steht; und so ist es auch geblieben, als diese zu Landräten geworden waren. Die 3 Landesdirektoren aber gehörten dann im 18. Jahrhundert zu dem 1704 gebildeten Verordnetenkollegium für die damals eingerichtete ritterschaftliche Hufenschoßkasse der gesamten Kur- und Neumark.

Wir sehen, es liegt an den besonderen Verhältnissen und Bedingungen in den einzelnen Hauptkreisen, ob sich das Amt des Kommissarius mit einem älteren ständischen Amt verbunden hat, oder ob es rein für sich dasteht. Das letztere ist in den Kreisen der Mittelmark der Fall, das erstere in der Uckermark und in den Kreisen der Neumark. In der Altmark scheint es mehr wie in der Mittelmark zu liegen, in der Priegnitz mehr wie in der Uckermark. Jedenfalls aber ist die Wurzel des Kriegskommissariats bei der Ausbildung des Landratsamts in der Kurmark stärker gewesen als das Amt der ständischen Verordneten und Direktoren. Darin besteht die Eigentümlichkeit der Entwicklung in der Kurmark. Anderswo, nicht bloß in Magdeburg und Pommern, sondern auch in Schlesien und den Lausitzen, ist der Kriegs- oder Marschkommissarius, der auch dort überall als ritterschaftlicher Landkommissarius erscheint, von dem ständischen Kreisdirektor getrennt geblieben und steht im Range unter ihm. Die Frage drängt sich auf, wie diese abweichende Entwicklung in der Mark Brandenburg zu erklären sei. Mir scheint, daß da, wo solche ständischen Kreisdirektoren sich früh zu einer selbständigen Stellung ausgebildet haben, bei diesen vornehmen Herren die Neigung nur gering war, das dornige Amt eines Kreiskommissarius zu übernehmen. In Brandenburg gab es entweder bei Beginn des 30jährigen Krieges solche Organe überhaupt noch nicht, wie in den kleinen Kreisen der Mittelmark, oder sie befanden sich doch in einer stärkeren Abhängigkeit vom Landesherrn als anderswo. Diese überragende landesherrliche Autorität, die in den Akten deutlich hervortritt und die man nicht immer richtig erkannt und gewürdigt hat, scheint mir die Ursache dafür gewesen zu sein, daß hier in der Mark Brandenburg der Kreiskommissar mehr galt und kräftiger wirkte als der ständische Verordnete, Landesälteste oder Direktor. Eine andere Ursache hat später vielleicht noch mitgewirkt. Die Marschkommissarien standen in den anderen Landschaften, soweit wir sehen, unter einem Oberkriegskommissarius, der ein rein fürstlicher Beamter war und seine Autorität wohl in bureaukratischen Formen zur Geltung brachte. In Brandenburg finden wir keinen provinziellen Oberkriegskommissar als Vorgesetzten der Kreiskommissarien; diese stehen vielmehr direkt unter dem Kurfürsten und seinem Geheimen Rat. Das gab von jeher dem Kreiskommissarius in Brandenburg eine geachtete Stellung, auf die jeder Edelmann stolz sein konnte, während z. B. in Magdeburg der landrätliche Kreisdirektor, der selbst als Mitglied des engeren Ausschusses die Landessteuerverwaltung beaufsichtigte, auf den Marschkommissarius, der von dem Oberkriegskommissar abhängig war, als auf eine untergeordnete Figur herabblickte. Daher auch die Abneigung

der Landräte in Magdeburg, die Kommissariatsgeschäfte mit zu übernehmen, wie es ihnen Friedrich Wilhelm I. 1713 zumutete.

Es ist ein neues Stadium in dem fortschreitenden Prozeß der Vereinfachung des Amtswesens, der dann trotzdem dazu geführt hat, daß in Magdeburg und Pommern die Landräte ebenfalls wie in Brandenburg die Kommissariatsgeschäfte übernehmen mußten. Die weitere Ausbildung des Amtes kann ich hier nicht verfolgen. Es erhebt sich dabei eine bisher noch ungelöste Frage von großer Tragweite, nämlich die: wie es zu erklären ist, daß in manchen Territorien Deutschlands und auch in manchen preußischen Provinzen eine ritterschaftliche Kreisverfassung entstanden ist, während in anderen die ältere landesherrliche Amtsverfassung sich erhalten hat. Die Verschiedenartigkeit der ländlichen Verfassung nach Grundherrschaft und Gutsherrschaft allein erklärt diesen Unterschied nicht. Es spielen noch manche andere Ursachen dabei mit. Ich hoffe über diese Frage, die in das Zentrum des schwierigen Problems der lokalen Verwaltungsorganisation nicht nur Deutschlands, sondern der west- und mitteleuropäischen Länder überhaupt führt, ein anderes Mal hier berichten zu dürfen.

Ausgegeben am 6. Mai.

1915.
XXIV.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

29. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

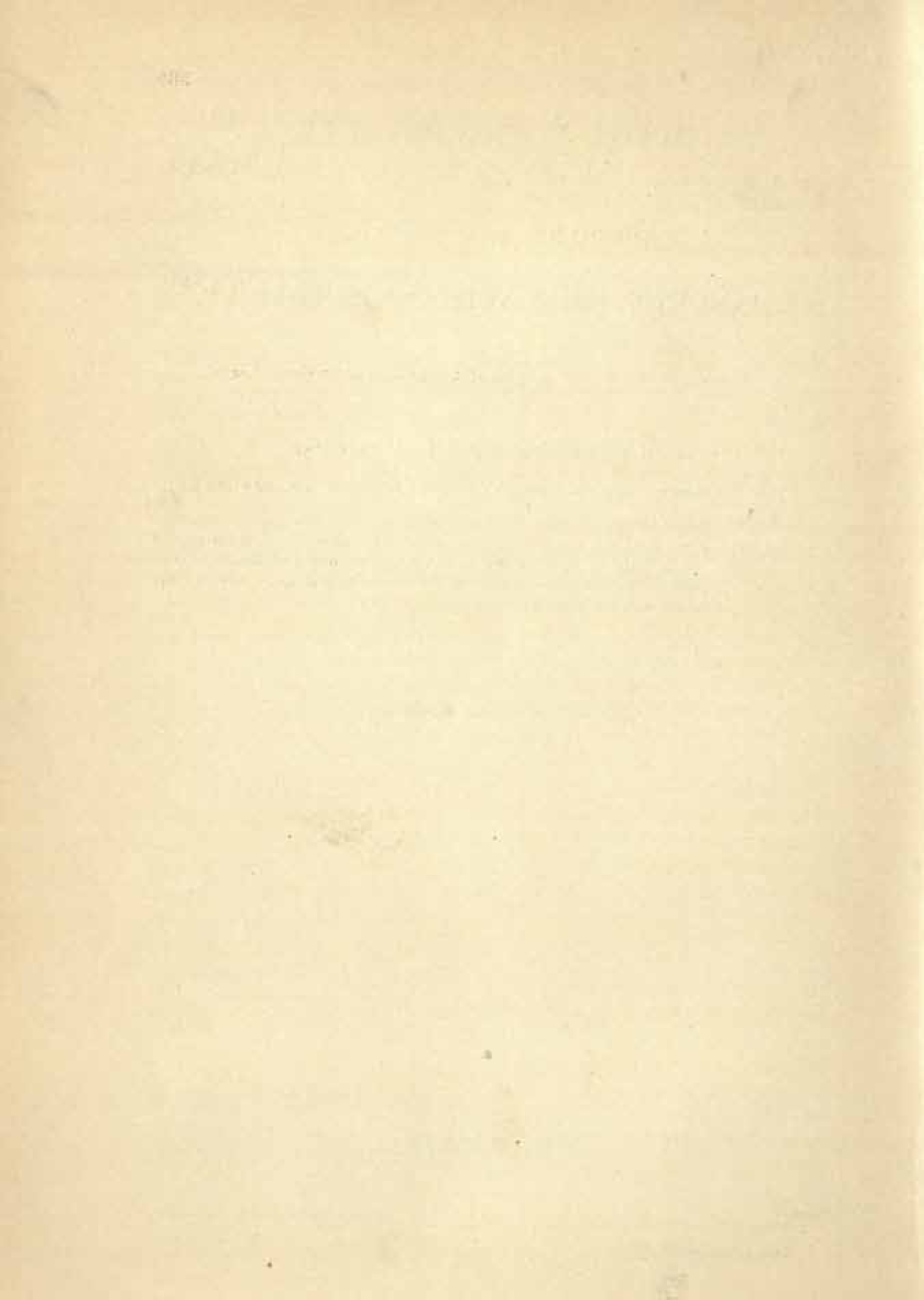
Vorsitzender Sekretar: Hr. Waldeyer.

*Hr. Waldeyer sprach über Torusbildungen an Menschen- und Tierschädeln.

Es müssen unterschieden werden die längs der Schädelnähte öfters auftretenden Wulstbildungen, Tori suturarum, von den an den Muskelsehnen- und Muskelfaszienansätzen sich vorfindenden Tori musculares. Zu diesen gehört unter anderen der Torus temporalis, welcher eingehender besprochen wurde.

Ausgegeben am 6. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.



1915.
XXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

6. Mai. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

1. Hr. Sering las »Über die deutsche Volkswirtschaft im Kriege 1914/15«. (Ersch. später.)

Unter Bezugnahme auf den Fichteschen »Geschlossenen Handelsstaat« analysierte der Vortragende die Zwangsorganisation zur Sicherung der Kriegsrohstoffe und Nahrungsmittel, kennzeichnete sodann die Mittel, welche den verkehrsmäßig organisierten Teil der Volkswirtschaft in Schwung erhielten. Die entscheidenden Kräfte, welche den Erfolg bedingten, sind sittlicher Art.

2. Hr. Waldeyer überreichte zwei Abhandlungen, über deren Inhalt er in der Gesamtsitzung vom 22. April berichtet hat, betitelt: Aus der Anthropoiden-Station auf Teneriffa. I. Ziele und Aufgaben der Station sowie erste Beobachtungen an den auf ihr gehaltenen Schimpansen von Prof. Dr. M. Rothmann in Berlin und E. Teuber in Teneriffa; II. Optische Untersuchungen am Schimpansen und am Haushuhn von Dr. W. Köhler, Privatdozenten (Frankfurt a. M.), z. Z. Leiter der Anthropoiden-Station auf Teneriffa. (Abh.)

3. Die Akademie genehmigte die Aufnahme einer von Hrn. Waldeyer in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse vom 29. April vorgelegten Abhandlung der HH. Prof. Dr. Hans Strahl und Dr. Erich Ballmann in Gießen: »Embryonalhüllen und Placenta von Putorius furo« in den Jahrgang 1915 der Abhandlungen.

Die Verfasser geben an der Hand einer großen Reihe von Abbildungen von Präparaten, die in dieser Vollständigkeit kaum wieder erreicht werden dürften, eine eingehende Darstellung der Embryonalhüllen und der Placenta von Putorius furo, die als Grundlage der Kenntnisse dieser Bildungen bei den Raubtieren überhaupt dienen.

4. Die Akademie hat zu wissenschaftlichen Unternehmungen durch die physikalisch-mathematische Klasse Hrn. Prof. Dr. Gustav Fritsch

in Berlin zur Herausgabe eines Werkes über das Buschmann-Haar 500 Mark und Hrn. Prof. Dr. Martin Schmidt in Stuttgart zu einer Reise nach Nordamerika behufs Studien über fossile Hyopotamiden 1500 Mark bewilligt.

Das korrespondierende Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse Adolf von Koenen in Göttingen ist am 3. Mai verstorben.

Ausgegeben am 10. Juni.

1915.
XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

---

20. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

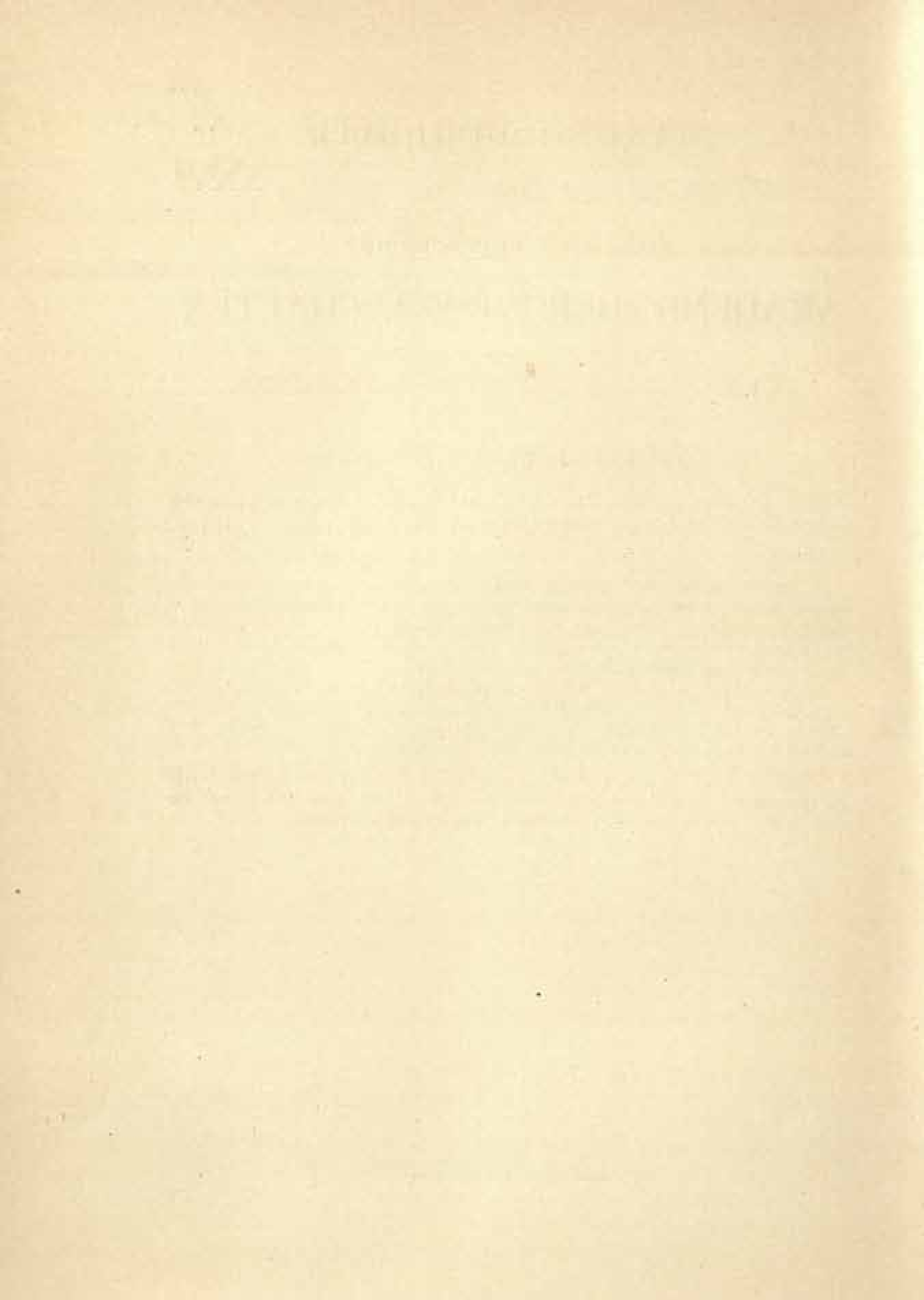
*1. Hr. Warburg las: Über Nachwirkung bei Aneroiden; nach einer in Gemeinschaft mit Dr. W. Heuse ausgeführten Untersuchung.

Durch verschiedene Maßnahmen gelingt es, den schädlichen Einfluß der Nachwirkung bei Aneroiden auf einen unbedeutenden Betrag herabzusetzen. Die Anteile der elastischen Nachwirkung und der elastischen Hysteresis an der Bildung von Deformationsschleifen lassen sich mit Hilfe von Boltzmanns Theorie der elastischen Nachwirkung voneinander trennen.

2. Hr. Frobenius legte eine Arbeit des Hrn. Prof. Dr. Edmund Landau in Göttingen vor: Zur analytischen Zahlentheorie der definiten quadratischen Formen. (Ersch. später.)

Der Verfasser entwickelt Abschätzungen für die Differenz zwischen der Anzahl der Gitterpunkte in einem mehrdimensionalen Ellipsoid und seinem Inhalte und für einen damit zusammenhängenden allgemeineren analytischen Ausdruck.

Ausgegeben am 10. Juni.



SITZUNGSBERICHTE

1915.

XXVII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

20. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

1. Hr. Goldschmidt sprach über die plastischen Arbeiten unter Bernward von Hildesheim. (Ersch. später.)

Der Stil der Hildesheimer plastischen Werke unter dem Bischof Bernward (993—1022) ist hauptsächlich auf die Moselgegend zurückzuführen, auf Metz und Trier. Die Reliefs der Tür sind vermutlich von demselben Künstler, der auch den kleinen Berwardkruzifixus im Domschatz geschaffen hat, und der, ungeübt im Relief, hier gemalte Vorlagen frei in die Plastik zu übertragen suchte. Der Schöpfer der Bernwardsäule, der wahrscheinlich ebenfalls Malereien zur Vorlage hatte, besaß dagegen schon eine Schulung als Reliefbildner, und zwar finden sich auch für seinen Stil die nächsten Analogien in Metz bei den Elfenbeinschnitzereien vom Ende des 9. und vom 10. Jahrhundert.

2. Vorgelegt wurde Bd. 25 der mit Mitteln der Hermann-und-Elise-geb.-Heckmann-Wentzel-Stiftung unternommenen Ausgabe der griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte, enthaltend Epiphanius. Bd. 1 hrsg. von K. Holl (Leipzig 1915).

Über einen ägyptischen Totenpapyrus aus dem frühen mittleren Reich.

Von Dr. Hermann Grapow
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Erman am 29. April 1915 [s. oben S. 351].)

Die Sprüche, die die Ägypter ihren Toten seit dem Ende des alten Reiches mitzugeben pflegten, sondern sich nach der Art ihrer Niederschrift in drei Gruppen: In fünf Pyramiden der 5. und 6. Dynastie stehen sie auf den Wänden des Grabes, im m. R. bedecken sie die Innenflächen des Sarges, und seit dem Anfang des n. R. schreibt man sie auf Papyrus. Dieser äußerlichen, aber wie man sieht zugleich auch zeitlichen Gliederung entsprechen denn auch die ägyptologischen Bezeichnungen »Pyramidentexte«, »Sargtexte des m. R.« und »Totenbuch«. Es ist nicht uninteressant, auf die Schrift zu achten, die in diesen drei Gruppen verwendet wird. Die Pyramidentexte sind in gewöhnlichen monumentalen Hieroglyphen geschrieben, und ebenso benutzt man für die Sargtexte des m. R. eine Art abgekürzter Hieroglyphen[1]. Aber auch die Papyrus des n. R., die doch keinen monumentalen Charakter haben, verwenden nicht die gewöhnliche Kursivschrift des Hieratischen, sondern behalten die abgekürzten Hieroglyphen bei, vielleicht, weil man sie nicht als Bücher ansah, sondern einfach als Ersatz der alten Grab- und Sarginschriften.

Es ist daher etwas völlig Neues, wenn wir jetzt alte Totensprüche erhalten haben, die nicht nur auf Papyrus, sondern auch in wirklicher hieratischer Schrift geschrieben sind; sie kennzeichnen sich schon dadurch als etwas Ungewöhnliches. Auch darin scheiden sie sich von dem gewöhnlichen »Totenbuch«, daß sie aus einer weit älteren Zeit stammen als dieses: sie gehören noch dem frühen m. R. an.

Die Handschriften, um die es sich handelt, sind im Jahre 1914 durch Vermittlung des Hrn. L. Borchardt für die ägyptische Abteilung

[1] Vgl. Möller, Hieratische Paläographie I, S. 3, Anm. 1.

der Kgl. Museen erworben worden[1]. Der Fund, der nach Angabe des Händlers aus Siut (Lykopolis) in Oberägypten stammen soll, setzt sich aus einem so gut wie vollständig erhaltenen Papyrus (Inv. Nr. 10482) und größeren Bruchstücken von mindestens zwei weiteren Papyrus zusammen. Die vollständige Handschrift besteht aus einem einzigen Papyrusblatt von 82 cm Länge und 27 cm Breite; seine Schmalseiten sind von der Rückseite her nach vorn etwa 2 cm breit umgeklebt, so daß von dem Blatt nichts fehlen kann. Über die frühere Größe der nur in Bruchstücken erhaltenen Blätter läßt sich nichts sagen. Wie es scheint, gehörten alle Papyrus demselben Manne, namens , dessen Mutter hieß. Während der Männername sonst nicht nachweisbar ist, kommt der Name der Mutter in der Zeit zwischen dem a. R. und m. R. häufig vor. Die hierdurch gewonnene Datierung der Papyrus wird noch genauer bestimmt durch die Formen der hieratischen Schrift, die aufs beste mit den Zeichen der Texte aus Hatnub übereinstimmen, die Hr. Möller im 1. Bande seiner Paläographie zusammengestellt hat[2]. Danach sind die Papyrus in der Zeit kurz vor Beginn der 12. Dynastie (also etwa um 2050 v. Chr.) geschrieben worden. Die stets senkrechten Zeilen zeigen jene von den Inschriften des a. R. und den Sargtexten des m. R. bekannte Eigentümlichkeit der Zeichenanordnung, die darin besteht, daß ein Wort, das zweimal zu lesen ist, zuweilen nur einmal geschrieben wird (vgl. das Beispiel auf S. 378, Anm.). Die für die Totenpapyrus des n. R. charakteristischen Vignetten fehlen.

Die folgende kurze Beschreibung des besterhaltenen Blattes (Pap. 10482) wird einen Begriff von diesen eigentümlichen Handschriften geben.

Papyrus Berlin 10482.

Der Papyrus ist auf beiden Seiten beschrieben. Die Vorderseite enthält nach einer freien[3] Fläche von 19 cm Länge dreißig Zeilen mit Totentexten (vgl. S. 381). Der 13 cm lange Rest der Seite ist wieder ohne Schrift. Auf der Rückseite steht oben in zwei über die

[1] Amtliche Berichte aus den Kgl. Kunstsammlungen, XXXV. Jahrgang (1914), Heft 12, S. 350.

[2] Die Liste der Zeichen der Hatnubtexte wird dadurch in willkommener Weise ergänzt. Unter den mehr als dreißig neu belegten Zeichen sind viele, die bisher für das älteste Hieratisch überhaupt noch nicht nachweisbar waren. Eine vollständige Liste der Zeichen soll später veröffentlicht werden.

[3] Sie war früher beschrieben, doch ist die ältere Schrift bis auf unlesbare Reste fortgewaschen worden. Der Text unseres Totenbuches beginnt erst hinter diesem Raum und steht bis auf die unten S. 381, Anm. besprochenen Worte auf Papyrus, der vorher noch nicht beschrieben war.

ganze Länge des Blattes laufenden Zeilen und einer ziemlich kurzen die Opferliste (vgl. S. 384). Unter ihr befindet sich (etwa in der Mitte der Seite) in neun Zeilen die folgende merkwürdige Notiz über den Inhalt.

1. Die Notiz über den Inhalt.

a.

»Dieses dauernde Festopfer ist bestimmt für den Geehrten, den von seinem heimatlichen Gott Gelobten, den der vom Begräbnisplatz geliebt wird, den der von seinem Vater und von seiner Mutter geliebt wurde, den beim großen Gott, dem Herrn des Himmels, und bei Osiris, dem Herrn des Westens, wo immer er verehrt wird, geehrten Sedech, den Vorzüglichen und Seligen, der von seiner Mutter Mert-jotes geboren ward, wo immer er sich befindet.«

Der Ausdruck *ḥbjt nt ỉmnjt* ist mir aus dem Material des Wörterbuches noch an zwei Stellen bekannt: Louvre A 16: ... »Amon, der Götterkönig, lasse (den Toten) die Gaben empfangen, die geliefert werden, von dem dauernden Festopfer an den Jahreszeitfesten (?) Karnaks«; Statue des Amenhotep in Kairo [nach Sethes Abschrift]: »(Bast und die *šsmtt* von *ỉšrw*)« »sie mögen ein Totenopfer in ihren Tempeln gewähren von dem dauernden Festopfer«. Hier in unserm Papyrus stehen die obigen Sätze ja unter der Opferliste, und man kann nicht wohl zweifeln, daß diese mit dem »dauernden Festopfer« gemeint ist. Damit wird zum erstenmal der Name der Opfer-

[1] Die Wörter *ỉtf* und *mwtf* sind in der senkrechten Zeile nebeneinander geschrieben, so daß das darüberstehende *mrjj* zweimal gelesen werden muß: *mrjj ỉtf mrjj mwtf.*

liste bekannt. Der Sinn dieses Namens »dauerndes Festopfer« wird klar, wenn wir uns an die Weisung der Opferformel erinnern, daß am Monatsfest, am Halbmonatsfest, am Thotfest und an anderen Festtagen, an denen man der Verstorbenen besonders lebhaft zu gedenken pflegte, ihnen geopfert werden möge: die in der Opferliste aufgezählten mannigfachen Gaben sind eben die an jenen Festen darzubringenden Opfer.

»der Begräbnisplatz« ist hier personifiziert gedacht, wie das ähnlich vom »Westen« und anderen Bezeichnungen des Friedhofes ja öfters vorkommt. — »allerorten, überall« bezieht sich hier das erstemal auf Osiris und nachher auf den Toten. Vgl. dazu Siut IV, 83: »(,geehrt bei Osiris, dem Herrn des Westens') an allen seinen Stätten« [d. h. wo er verehrt wird], und anderseits Kairo 20648: »(Ein Totenopfer usw. für) »Cheti und seinen Vater und seine Mutter und seine Brüder, überall (wo sie sich befinden)« [d. h. wo diese Personen sich im Jenseits auch befinden mögen?]. — Für die oben aus der Form der Schriftzeichen erschlossene Datierung des Papyrus paßt aufs beste, daß der hier verwendete Ausdruck *ikr mꜣʿ-ḫrw* »der Vorzügliche und Selige« nur in der Zeit zwischen dem a. R. und m. R. üblich ist.

b.

»Diese Verklärungen, die für den in diesem Grabe Befindlichen angefertigt sind, sind bestimmt für den vorzüglichen und seligen Sedech, den vorzüglichen Verklärten, der sein Haus auf Erden und in der Flammeninsel bestellt hat. Mögest du zu den Göttern gelangen, mögen sie Nachkommenschaft schenken den Kindern, Wohlergehen auf Erden (?), die (?) meine Wohnsitze auf Erden erben werden.«

Ist schon der erste Teil dieses Textes wegen des in ihm enthaltenen Namens der Opferliste bemerkenswert, so ist es der zweite Abschnitt in noch höherem Grade, weil durch ihn die Bedeutung des Wortes *šꜣḫw* in bezug auf das Totenwesen erst völlig klar wird. »Verklärungen« (wie wir das Wort zu übersetzen pflegen), werden sonst erwähnt als Texte, die man »ruft« ( ), »liest« ( ), »ausspricht« ( ) u. ä., und bezeichnen unter anderem »Lobpreisungen« (z. B. Gr. Pap. Harris 44, 1; Hymnus an Re-Harmachis, Pap. Berl. 3050, 3, 3) und »Klagegesänge« (Klagen d. Isis u. Nephthys 1, 1). Was an unserer Stelle mit den *šꜣḫw* allein gemeint sein kann, ist völlig klar: es sind die auf der Vorderseite des Papyrus stehenden Totensprüche.

Diese Bedeutung[1] »Totensprüche« erklärt nun manches in dem Vorkommen des Wortes in Verbindung mit dem Totenwesen. Zunächst wird erst jetzt die Überschrift des 17. Kapitels des Totenbuches (und des davon beeinflußten Titels von Kapitel 1) verständlich: [2] »Der Erste von den Erhebungen und Verklärungen«, d. h. also: der Erste von den Totensprüchen[3]. In der Tat stehen ja beide Kapitel mit dieser (übrigens erst seit dem Beginn des n. R. bezeugten) Überschrift gern am Anfang der Totenpapyrus[4]. Aber noch an anderer Stelle begegnen wir unserem Wort in Texten über das Totenwesen: ich meine die Beischriften zu den Zeremonien beim Begräbnis. Wie oft ist da nicht von den *šꜣḫw* die Rede, die vom Cheriheb oder von dessen Stellvertreter rezitiert werden: z. B. Siut I, 128 [m. R.]: »das Lesen der *šꜣḫw* durch den Cheriheb«; Mission V, Grab der Graveure, Taf. 8 [D. 18]: »ihm werden viele *šꜣḫw* an der Tür seines Grabes rezitiert«; Theben, Grab des Zai, nach Sethes Abschrift [D. 19] »zu dir (o Toter) komme der Cheriheb

[1] Vielleicht ist, worauf mich Hr. Erman hinweist, diese Bedeutung »Totensprüche« die ursprüngliche des Wortes, von der Bedeutungen, wie »Lobpreisungen« und »Klagegesänge«, die aus älterer Zeit nicht belegt zu sein scheinen, erst abgeleitet wären.

[2] Vgl. Urkunden des ägyptischen Altertums V, S. 4.

[3] Daß auch *štw* etwas Ähnliches wie *šꜣḫw* bedeutet, erhellt unter anderm aus dem Titel von Toth. ed. Nav., Kap. 172, 1: »Der Erste von den Sprüchen der *štw*, die in der Nekropole (*ḫrt-nṯr*) rezitiert werden.«

[4] An die siebzehnte Stelle in der Reihe der Sprüche ist Kap. 17 erst in später Zeit geraten.

mit seinen Büchern und der Sempriester mit seinen *sꜣḫw*«. Und das »Buch von der Kunst des Cheriheb« (Mar., Mast. D. 10 und sonst), mit dem dieser Priester so oft lesend dargestellt ist, wird außer Angaben für die Zeremonien bei der Bestattung gewiß auch *sꜣḫw* enthalten haben, d. h. Totentexte nach Art der in unserm Papyrus stehenden. Es ist sehr wohl möglich, daß dem Verstorbenen eine Auswahl der Totensprüche, die er für seine Wanderung ins Jenseits mitbekommen hatte, vorgelesen wurde, um ihm deren für sein Seelenheil so wichtigen Inhalt noch einmal recht einzuprägen.

Im übrigen stellt dieser Text trotz seiner Kürze dem Verständnis zahlreiche Schwierigkeiten entgegen, auf die ich nur soweit eingehe, als es die Rechtfertigung meines Übersetzungsversuches erfordert. Es ist zu hoffen, daß unsre Stelle später klarer wird, wenn erst der Zusammenhang der Bruchstücke der beiden anderen Hss. gesichert ist, da sich unter ihnen eins mit einem teilweise ähnlichen Text befindet.

Hinter fehlt wohl ein *n* vor *ntj*; *grg pr* kann ich in dem hier vorliegenden Gebrauch sonst nicht nachweisen. — wird das seltene Kollektivum *mśwt* »Nachkommenschaft« sein, das alt für den Plural von *mś* »Kind« gebraucht wird. — als Kollektivbildung zu *ḫrd* »Kind« ist auch durch die Schreibung in dem erwähnten Fragment der zweiten Hs. gesichert. In beiden Stellen folgt ohne Bezeichnung des femininalen *t*, das man erwarten muß, wenn gemeint ist: »meine Kinderschaft, die lebt, die wohlauf und gesund ist auf Erden«. Da *tp tꜣ* in dem zweiten Exemplar fehlt, so verbietet sich anderseits die Auffassung: (sie mögen schenken) . . . »Leben, Wohlergehn, Gesundheit auf Erden«.

2. Die Totentexte.

Die 30 Zeilen auf der Vorderseite des Papyrus enthalten folgende Totentexte[1]:

1. Zeile 1—8: Spruch mit der Überschrift »Spruch, den Mann über seinen Feind im Totenreich triumphieren zu lassen«. Der Text stellt die ältere

[1] Vor der Mitte der ersten Zeile stehen noch (auf dem oben besprochenen leergewaschenen Teil) die Worte »du mögest stark und gerechtfertigt sein gegen deine Feinde«. Derselbe Gedanke kommt auch in der Überschrift des ersten Spruches zum Ausdruck.

Fassung des Kapitels 68 des Totenbuches des n. R. dar. Die hier vorliegende Rezension stimmt mit der jüngeren im wesentlichen überein. Ein Unterschied besteht, außer in den abweichenden Überschriften, die im Totb. n. R. »Spruch vom Herausgehen am Tage« (scil. »aus dem Totenreich«) oder ... »Spruch vom Öffnen« . . . (das Folgende ist verderbt) lauten, vor allem darin, daß die ältere Fassung kürzer ist; sie enthält die Aufzählung »ich bin mächtig des und des . . .« nur einmal, während im Totenbuch des n. R. diese Gruppe von Sätzen zweimal gleichlautend hintereinandersteht. Die Nachschrift des Totb. n. R.: »Wer diese Schrift () kennt, der geht heraus am Tage und wandelt unter den Lebendigen, und sein Name vergeht niemals« fehlt, wie zu erwarten ist, dieser neuen Niederschrift wie den schon früher aus dem m. R. bekanntgewordenen Fassungen[1].

2. Zeile 9—15: Spruch mit der Überschrift[2] »Spruch vom Vereinigen der beiden Ufer«. Der Text ist mir nur noch einmal bekannt auf dem unveröffentlichten Sargboden Berlin 20360 aus dem m. R.[3] Hier lautet der Titel: »Das Vereinigen der Ufer im Totenreich«. In unserm Papyrus ist der Text durch rote Querlinien in den Zeilen 12 und 14 in drei Abschnitte zerlegt. Er soll dem Toten wohl die Möglichkeit verschaffen, im Jenseits sicher von einem Ufer zum anderen überzufahren: Dazu paßt, daß es im Grab des Anna (Piehl, Inscr. I, 129β) an einer Stelle heißt: »ein- und auszugehen im Totenreich, (sich) die Berge aufzutun, die Ufer zu vereinigen«; und Pyr. 279, wo vorher vom »Vereinigen der Ufer« die Rede war, ist weiterhin gesagt »das Seil (des Schiffes) sitzt richtig, die *mšk.t* wird durchfahren«.

3. Zeile 15—16: Ein ganz kurzer, offenbar unvollständiger Spruch mit dem Titel ». . . . den Westen«. Der Text, den

[1] Leps., Ält. Texte 7, 55—8, 66; ebd. 21, 17—22, 34; ebd. 34, 8—16; Lacau, Textes religieux Nr. 83 (= Rec. trav. 31, 174); Coffin of Amamu, Taf. XXIII und Taf. XXXII.

[2] In roter Schrift wie bei allen folgenden Spruchtiteln. Nur die Überschrift des ersten Textes ist schwarz geschrieben.

[3] Das Brett ist in Hagg Qandil bei Tell Amarna gekauft worden; nach Angabe des Händlers stammt es aus der Gegend von El Berscheh.

ich sonst nicht kenne, lautet: .

4. Zeile 16—17: Spruch mit der Überschrift »Ein Schreiber des Gabenfeldes für ... zu werden«. Derselbe Text ist mir noch von dem Sarge 28118 côté 3, 200 in Kairo bekannt; dort ist der Titel zerstört. Beide Niederschriften, die wörtlich übereinstimmen, lauten zum Schluß: »ich bin ein Schreiber der *ḫ3d·t* des Gabenfeldes neben Thot unter denen, die Gaben herstellen«. Auch das Totenbuch des n. R. kennt diesen Text noch: er steht mitten in dem Gebet an den Toren des Jenseits Totb. ed. Nav., Kap. 144 nach Pap. des Nu 26, 11—12 (= Totb. ed. Leps., Kap. 144, 12—14).

5. Zeile 18: Ein kurzer Text mit der Überschrift »Nicht mit dem Kopf nach unten zu gehen«, einer der so häufigen Sprüche, die verhindern sollen, daß der Tote mit dem Kopf nach unten im Jenseits gehen muß. Diese Befürchtung ist meist von der noch schlimmeren begleitet, daß der Verstorbene Hunger und Durst durch Essen von Kot und Trinken von Harn stillen muß[1]. Auch in unserem Text heißt es am Schluß: »nicht esse ich Unrat«. — Der Zusammenhang zwischen den beiden Vorstellungen beruht wohl in der Haltung des Kopfes: nur so mit dem Kopf auf dem Boden kann der Tote die üble Nahrung überhaupt zu sich nehmen.

6. Zeile 18—22: Spruch mit der Überschrift »Spruch, daß der Mann seine Seele ... gegen seinen Feind aussende«. Ich kenne denselben Text noch in drei weiteren Niederschriften aus dem m. R.: Sarg in Kairo 28118, côté 3, 4—6; Sarg in Kairo 28086, côté 4, 49—54; Rec. trav. 16, 132 [Sarg aus Meïr]. Inhaltlich ist der Spruch deshalb interessant, weil der in ihm erwähnte »Türhüter des Kampfplatzes der Götter« ( ) auf eine Göttersage anspielt, von der wir sonst nur noch aus einer Stelle des Totenbuches[2] etwas wissen.

[1] Vgl. meinen Aufsatz ÄZ. 47 (1910), S. 100 ff.

[2] Totb. Spruch 17, Abschnitt 6 = Urkunden d. ägypt. Altertums, Abt. V, S. 13. Als Name dieses Pförtners ist in unserem Papyrus *mdš* angegeben, was man mit der Glosse Totb. Kap. 17, 80 [n. R.]: »der Türhüter des Westens heißt *mdš*« zusammenbringen könnte.

7. Zeile 22—30: Spruch mit der Überschrift »Spruch vom Sperber der Menschen«. Der Text ist mir noch von drei Särgen aus Siut bekannt: Chassinat-Palanque, Fouilles dans la Nécropole d'Assiout, S. 61—63; S. 45 und S. 101. In diesen Niederschriften lautet der Titel: »Ein Sperber zu werden; den Mann im Totenreich zu verherrlichen; zu veranlassen, daß der Mann sich seiner Feinde bemächtige«. Auf den Särgen aus Siut folgt unser Spruch zwei Texten, die auch noch in anderen gleich alten Niederschriften[1] erhalten sind, und mit denen er offenbar zu einer Gruppe zusammengehört. Das Thema dieser drei Sprüche bildet eine merkwürdige Sage von der Geburt des Horus und dessen Sieg über Seth, den Feind seines Vaters.

3. Die Opferliste.

Die auf der Rückseite des Papyrus stehende Aufzählung von über hundert Speisen, Getränken und sonstigen Spenden für den Verstorbenen ist nichts anderes als die gewöhnliche große Opferliste des a. R.—m. R. und wird einer künftigen Untersuchung über diese gewiß von Nutzen sein. Es ist eine auffällige Tatsache, daß sich diese Opferliste hier einmal auf einem Totenpapyrus findet, denn das Totenbuch des neuen Reiches und der ganzen Folgezeit enthält sie niemals. Im mittleren Reich kommt sie dagegen im Zusammenhang mit den Totentexten wie in unsrem Falle häufig vor; aber nur auf den Särgen, wo sie gern so aufgeschrieben ist, daß sie dem Mund der Mumie möglichst nahe steht: soll sie doch der hungrigen Seele durch ihre bloße Niederschrift in magischer Weise alle die guten Dinge, die in ihr genannt sind, als wirkliche Speisen und Getränke darbieten.

Wir haben bisher nur diesen einen Totenpapyrus mit der Opferliste und wissen nichts über die Art, wie der frühere Besitzer bestattet war. Vielleicht war er nur in einem einfachen Sarge ohne die übliche Bemalung mit Totentexten und Opferliste beigesetzt, und dieses Totenbuch sollte ihm als Ersatz für beides dienen. — Inhaltlich paßt die Liste gut zu dem obenerwähnten ersten Totenspruch, in dem der Tote sich Speise und Trank wünscht.

---

[1] Lacau, Textes religieux Nr. 17 und 18 (= Rec. trav. 27, S. 56—61). — Vgl. auch Hrn. Roeders Bemerkungen dazu im Archiv für Religionswissenschaft Bd. 16, S. 83—84.

Ausgegeben am 10. Juni.

SITZUNGSBERICHTE 1915.

XXVIII.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

3. Juni. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

1. Hr. Frobenius las über den gemischten Flächeninhalt zweier Ovale.

Für den gemischten Flächeninhalt zweier Ovale wird ein Integralausdruck entwickelt, aus dem die Ungleichheit, die Minkowski für diese Größe entwickelt hat, unmittelbar hervorgeht. Für gleichgerichtete konvexe Polygone erreicht man dasselbe, indem man den Polygoninhalt durch eine quadratische Form vom Trägheitsindex eins darstellt.

2. Folgende Druckschriften wurden vorgelegt: von dem mit Mitteln der Hermann-und-Elise-geb.-Heckmann-Wentzel-Stiftung unternommenen Deutschen Rechtswörterbuch das Quellenheft und Bd. 1, Heft 1 (Weimar 1912. 14) und zwei unterstützte Werke, G. Fritsch, Die menschliche Haupthaaranlage (Berlin 1915) und Lief. 1 von Adolf Toblers Altfranzösischem Wörterbuch. Hrsg. von E. Lommatzsch (Berlin 1915).

3. Zu wissenschaftlichen Unternehmungen haben bewilligt:

die physikalisch-mathematische Klasse Hrn. Engler zur Fortführung des Werkes »Das Pflanzenreich« 2300 Mark; Hrn. F. E. Schulze zur Fortführung des Unternehmens »Das Tierreich« 4000 Mark und zur Fortführung der Arbeiten für den Nomenclator animalium generum et subgenerum 3000 Mark; für die im Verein mit anderen deutschen Akademien unternommene Fortsetzung des Poggendorffschen biographisch-literarischen Lexikons als vierte und letzte Rate 800 Mark; Hrn. Prof. Dr. Arrien Johnsen in Kiel zur Beschaffung eines Röntgenapparates für kristallographische Untersuchungen 3500 Mark;

die philosophisch-historische Klasse Hrn. Hintze zur Fortführung der Herausgabe der Politischen Korrespondenz Friedrichs des Großen 6000 Mark; der Deutschen Kommission zur Fortführung der Forschungen des Hrn. Burdach über die neuhochdeutsche Schriftsprache 2000 Mark; zur Fortführung der Arbeiten der Orientalischen Kommis-

sion 20000 Mark; für das Kartellunternehmen der Herausgabe der mittelalterlichen Bibliothekskataloge 500 Mark; der Gesellschaft für Lothringische Geschichte und Altertumskunde in Metz zur Drucklegung eines von Prof. Zèliqzon daselbst bearbeiteten Wörterbuchs des lothringischen Patois 1000 Mark.

4. Die Akademie hat auf Vorschlag der vorberatenden Kommission der Bopp-Stiftung aus den Erträgnissen der Stiftung Hrn. Dr. Friedrich Lorentz in Zoppot zum Abschluß seiner kaschubischen Dialektaufnahmen 1350 Mark zuerkannt.

Das korrespondierende Mitglied der philosophisch-historischen Klasse Edvard Holm in Kopenhagen ist am 18. Mai verstorben.

Die bisherigen korrespondierenden Mitglieder der philosophisch-historischen Klasse HH. Léon Heuzey und Théophile Homolle in Paris sind auf ihren Wunsch aus der Liste der Mitglieder gestrichen worden.

Über den gemischten Flächeninhalt zweier Ovale.

Von G. FROBENIUS.

Bewegt sich eine Ebene parallel mit sich selbst durch einen konvexen Körper, so nimmt der Inhalt der Schnittfläche beständig zu bis zu einem Maximum und nimmt dann wieder beständig ab. Möglicherweise bleibt das Maximum für einen Teil der Schnittflächen unverändert; dann bilden diese zusammen einen Zylinder. Diese beiden Sätze hat, auch für Bereiche von mehr Dimensionen, Hr. H. BRUNN gefunden und auf ganz elementarem Wege in seiner Dissertation bewiesen (*Über Ovale und Eiflächen, München 1887*; hier mit Br. zitiert). Sie sind nach ihm (Br. III, 4—13) der geometrische Ausdruck der für positive Größen geltenden Ungleichheit

$$\sqrt[n]{(a_1+b_1)(a_2+b_2)\cdots(a_n+b_n)} \geq \sqrt[n]{a_1 a_2 \cdots a_n} + \sqrt[n]{b_1 b_2 \cdots b_n},$$

worin das Gleichheitszeichen nur dann gilt, wenn $a_1:a_2:\cdots:a_n = b_1:b_2\cdots:b_n$ oder $a_\lambda = b_\lambda = 0$ ist. Dieselbe ergibt sich durch Anwendung der Formel von HÖLDER (*Göttinger Nachr. 1889*) und JENSEN (*Acta math.* Bd. 30) auf die konvexe Funktion $l(1+e^x)$.

Die Anwendbarkeit jener beiden überaus fruchtbaren Sätze hat MINKOWSKI (*Volumen und Oberfläche, Math. Ann. Bd. 57; Werke, Bd. II*, hier mit Mk. zitiert) noch erhöht durch Einführung des Begriffs des *gemischten Inhalts* von zwei Ovalen (vgl. Mk. S. 125). Der erste lautet dann $M^2 \geq FF'$. Hier sind F und F' die Inhalte von zwei Ovalen, die in einer Ebene oder in zwei parallelen Ebenen liegen, und M ist ihr gemischter Flächeninhalt. Der zweite Satz, für den MINKOWSKI einen strengeren Beweis gegeben hat, besagt, daß nur dann $M^2 = FF'$ sein kann, wenn die beiden Bereiche *homothetisch* sind.

Einen neuen elementaren Beweis für diese Sätze gibt Hr. BLASCHKE, *Beweise zu Sätzen von BRUNN und MINKOWSKI über die Minimaleigenschaft des Kreises, Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung, Bd. 23*; er beruht auf der Approximation von Kurven durch umgeschriebene Polygone. Mit Recht bemerkt er hier, daß der Beweis von MINKOWSKI für den zweiten Satz schwer zu überblicken ist. Ebenso

undurchsichtig ist der strengere Beweis, den Hr. Brunn (*Exakte Grundlagen für eine Theorie der Ovale, Sitzungsber. der Bayer. Akad. 1894, Bd. 24*) für den zweiten Satz entwickelt hat. Es ist mir nun gelungen, diese Beweise durch eine höchst einfache und anschauliche Betrachtung zu ersetzen. Ihr Ausgangspunkt ist der zunächst seltsam erscheinende Gedanke, die Fläche zwischen dem gegebenen Oval und einem es umschließenden Tangentendreieck zu berechnen. Für diese Fläche F und die entsprechende F' ist nämlich $M^2 \leqq FF'$, während für die beiden entsprechenden Tangentendreiecke $M^2 = FF'$ ist.

Um den Satz von Minkowski für zwei gleichgerichtete n-Ecke zu beweisen, benutzt Hr. Blaschke als Elementarfigur das Viereck, offenbar von dem Gedanken geleitet, zwei gleichgerichtete Dreiecke sind immer ähnlich, für sie ist stets $M^2 = FF'$, erst für zwei gleichgerichtete Vierecke kann $M^2 > FF'$ sein.

Ich habe aber bemerkt, daß man auch mit dem Dreieck als Elementarfigur auskommen kann, man muß nur mit der in F, F' und M linearen Form $Fx^2 + 2Mxy + F'y^2$ operieren, und nicht von vornherein mit ihrer in diesen Größen quadratischen Determinante. Die Herleitung wird dann beinahe trivial, man braucht nicht (mit Berufung auf einen Satz von Weierstrass) von der Existenz eines Maximums von F' bei gegebenem F und M auszugehen und spart die etwas gekünstelte Konstruktion auf Seite 220 und 221. Außerdem erhält man bei der Zusammensetzung des n-Ecks aus Dreiecken eine vollständige Einsicht in die algebraische Seite der Entwicklung und erkennt: Der Inhalt eines veränderlichen n-Ecks, dessen Seiten denen eines festen n-Ecks parallel sind, ist eine quadratische Funktion des Ranges $n-2$ von den Abständen der Seiten von einem festen Punkte. Ist das feste n-Eck konvex, so hat diese Funktion den Trägheitsindex 1.

I. Ovale.

§ 1.

Sind P und P' zwei Punkte, x und y zwei Zahlen, deren Summe $x + y = 1$ ist, so verstehe ich unter $xP + yP'$ den Punkt P'', der die Strecke PP' nach dem Verhältnis

$$\frac{PP''}{P''P'} = \frac{y}{x}$$

teilt. Sind g und g' zwei parallele Gerade (oder Ebenen), so sei $xg + yg'$ die in der Ebene (g, g') liegende ihnen parallele Gerade (oder Ebene) g'', die ihren Abstand nach dem Verhältnis $y : x$ teilt, also von P'' durchlaufen wird, wenn sich P auf g, P' auf g' bewegt.

Sind $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{K}'$ zwei Flächen, die in einer Ebene liegen oder in zwei parallelen Ebenen, so sei $x\mathfrak{K} + y\mathfrak{K}'$ die Fläche $\mathfrak{K}''$, die der Punkt P'' durchläuft, wenn P die Punkte von $\mathfrak{K}$ durchläuft, P' die von $\mathfrak{K}'$. Sind $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{K}'$ Ovale, d. h. endliche konvexe Flächen, so ist auch $\mathfrak{K}''$ ein Oval.

Die Grenzlinie $\mathfrak{P}$ einer Fläche $\mathfrak{K}$ wird im positiven Sinne durchlaufen, wenn dabei das Innere von $\mathfrak{K}$ links liegt. Ist $\mathfrak{K}$ ein Oval und t eine Tangente von $\mathfrak{P}$, so liegt $\mathfrak{P}$ ganz auf einer Seite von t, und die Tangente t wird im positiven Sinne durchlaufen, wenn $\mathfrak{P}$ links von t, also in der von t begrenzten Halbebene liegt. Die Richtung von t bestimme ich durch den Winkel φ, den t mit einer festen Richtung bildet.

In einem Punkte E kann ein Oval mehrere Tangenten haben. Die Tangenten in einer solchen *Ecke* (die positiven Halbstrahlen) erfüllen einen Winkel. Mit Ausnahme seiner Schenkel nenne ich sie uneigentliche Tangenten.

In einer gegebenen Richtung φ aber hat ein Oval nur eine Tangente $t = t_\varphi$. Daher kann man die gleichgerichteten Tangenten t_φ und t'_φ zweier Ovale $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ in derselben oder in zwei parallelen Ebenen einander gegenseitig eindeutig zuordnen, ebenso ihre Berührungspunkte P und P', wenn auch diese nicht immer eindeutig.

Hat t mit $\mathfrak{P}$ eine *Kante* XY gemeinsam, und t' mit $\mathfrak{P}'$ die Kante $X'Y'$, so kann jeder Punkt von XY jedem Punkte von $X'Y'$ zugeordnet werden. Ebenso können einer Ecke E von $\mathfrak{P}$ alle Punkte eines Bogens von $\mathfrak{P}'$ entsprechen. Die Punkte einer Kante XY nenne ich uneigentliche Punkte, X und Y selbst ausgenommen.

Zu je zwei entsprechenden Tangenten t und t' bestimme man die Gerade $t'' = xt + yt'$. Die von t'' umhüllte Linie bezeichne ich mit $\mathfrak{P}'' = x\mathfrak{P} + y\mathfrak{P}'$. Sie ist stets und nur dann die Grenzlinie der Fläche $x\mathfrak{K} + y\mathfrak{K}'$, wenn x und y positiv sind. Unter dieser Voraussetzung, die ich von hier an mache, ist daher $\mathfrak{P}''$ ein Oval. Betrachtet man t'' als mit t gleichgerichtet, so besteht die Fläche $\mathfrak{K}''$ aus den gemeinsamen Punkten der Halbebenen, die von den so orientierten Geraden t'' begrenzt werden. Wie leicht zu sehen (Mk. S. 177), hat diese Fläche j e d e der Geraden t'' zur Tangente (vgl. dagegen Mk. S. 107). Ich werde von jetzt an $\mathfrak{K}$ als die Fläche $\mathfrak{P}$ bezeichnen.

Liegen $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ in zwei verschiedenen parallelen Ebenen $\mathfrak{E}$ und und $\mathfrak{E}'$, so liegt $\mathfrak{P}'' = x\mathfrak{P} + y\mathfrak{P}'$ in der Ebene $\mathfrak{E}'' = x\mathfrak{E} + y\mathfrak{E}'$, und ist der Durchschnitt von $\mathfrak{E}''$ mit der Fläche, die von den Ebenen (t, t') umhüllt wird. Diese Fläche ist zwischen $\mathfrak{E}$ und $\mathfrak{E}'$ die (nach Oberfläche und Volumen) kleinste durch $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ gehende konvexe Fläche (Br. III, 14, 15).

Sind u, u' und $u'' = xu + yu'$ drei andere entsprechende Tangenten der Ovale $\mathfrak{P}, \mathfrak{P}'$ und $\mathfrak{P}''$, und ist V der Schnittpunkt von t und u, V' der von t' und u', so liegt der Punkt $V'' = xV + yV'$ sowohl auf t'', wie auf u''. Ist $u = t_{(\varphi+d\varphi)}$, so ist daher $P'' = xP + yP'$ der Berührungspunkt von t'', wenn P und P' die entsprechenden Berührungspunkte von t und t' sind. Demnach erhält man die Punkte von $\mathfrak{P}''$, indem man zu je zwei entsprechenden Punkten P und P' von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ den Punkt $P'' = xP + yP'$ bestimmt (Mk. 25).

Drei Tangenten von $\mathfrak{P}$ bilden ein Dreieck $\mathfrak{Q}$ mit den Ecken U, V, W. Die beiden Flächen $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$ haben entweder kein Flächenstück gemeinsam oder $\mathfrak{P}$ liegt ganz innerhalb $\mathfrak{Q}$. Je nachdem nenne ich $\mathfrak{Q}$ ein *anschließendes* oder ein *umschließendes* Dreieck, im letzteren Falle auch ein *Kappendreieck*. Die (positiven) Längen der Seiten von $\mathfrak{Q}$ seien u, v, w. Analoge Bezeichnungen brauche ich für die entsprechenden Dreiecke $\mathfrak{Q}'$ und $\mathfrak{Q}''$ in $\mathfrak{C}'$ und $\mathfrak{C}''$. Da die entsprechenden Seiten dieser Dreiecke parallel sind, so sind sie homothetisch, d. h. das eine kann durch Dilatation oder Translation in das andere übergeführt werden. Die drei Geraden $UU'U''$, $VV'V''$, $WW'W''$ schneiden sich in einem Punkte, dem Ähnlichkeitszentrum

$$S = \frac{uU' - u'U}{u - u'} = \frac{uV' - u'V}{u - u'} = \frac{vU' - v'U}{v - v'},$$

und es ist $u'' = xu + yu'$.

§ 2.

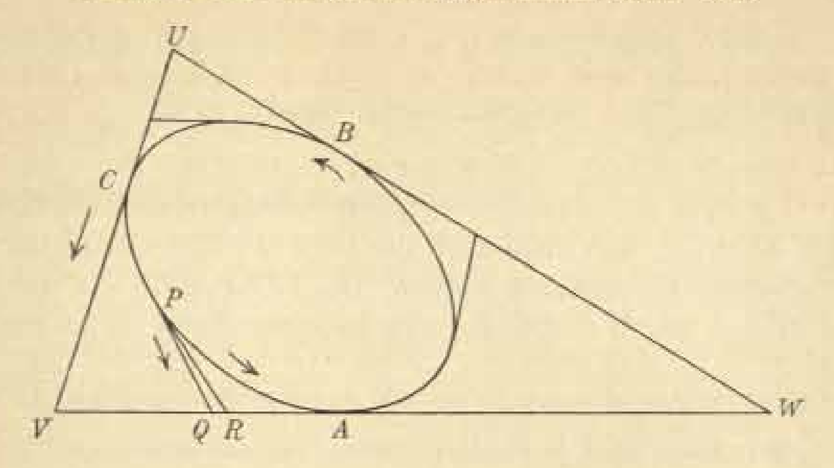
Ist $\mathfrak{Q}$ ein bestimmtes Kappendreieck von $\mathfrak{P}$, so schneide die Tangente von $\mathfrak{P}$ in P (der positive Halbstrahl) die Begrenzung von $\mathfrak{Q}$ in Q. Dann nenne ich die (positive) Strecke $PQ = t = t(\varphi)$ die Länge der Tangente. Ist $PR = t(\varphi + d\varphi)$, so ist $\frac{1}{2} t^2 d\varphi$ der Inhalt des Dreiecks PQR. Folglich ist

$$\frac{1}{2}\int t^2 d\varphi = G - F,$$

wo G und F die Flächen von $\mathfrak{Q}$ und $\mathfrak{P}$ sind. Das Integral erstreckt sich von 0 bis 2π.

Dem Tangentendreieck PQR von $\mathfrak{P}$ entspricht in $\mathfrak{P}'$ und $\mathfrak{P}''$ das Dreieck $P'Q'R'$ und $P''Q''R''$. Liegt P zwischen den Berührungspunkten A und C von VW und VU, so schneidet t die Seite VW. Dann liegt P' zwischen A' und C', und folglich schneidet t' die Seite $V'W'$. Daher ist $t'' = xt + yt'$ und

$$G'' - F'' = \frac{1}{2}\int (xt + yt')^2 \, d\varphi.$$



Nun ist $2\,G = uv \sin\gamma$ und $2\,G'' = (ux + u'y)\,(vx + v'y) \sin\gamma$, also weil $u:u' = v:v'$ ist,

$$(1.)\qquad G'' = (cx + c'y)^2,$$

wo c und c' positiv sind, und

$$(2.)\qquad G = c^2,\quad G' = c'^2$$

ist.

Die quadratische Form

$$(3.)\quad F''(x,y) = (cx+c'y)^2 - \frac{1}{2}\int (xt+yt')^2\,d\varphi = Fx^2 + 2\,Mxy + F'y^2$$

ist gleich dem Inhalte F'' der Fläche $\mathfrak{P}''$, wenn x und y positive Größen sind, deren Summe 1 ist. Dadurch sind ihre Koeffizienten

$$(4.)\quad F = c^2 - \frac{1}{2}\int t^2\,d\varphi,\quad F' = c'^2 - \frac{1}{2}\int t'^2\,d\varphi,\quad M = cc' - \frac{1}{2}\int tt'\,d\varphi$$

völlig bestimmt. Die Form selbst aber ist für beliebige Werte von x und y durch die Gleichung (3.) definiert, hat dann aber nicht mehr dieselbe geometrische Bedeutung.

Die so definierte Größe $M = M(\mathfrak{P}, \mathfrak{P}')$ heißt der *gemischte Flächeninhalt* von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$. Die Formel (4.) für M zeigt, daß M bei jeder Translation von $\mathfrak{P}$ ungeändert bleibt, auch bei einer Parallelverschiebung nach einer anderen Ebene, aber nicht notwendig wie $F = M(\mathfrak{P}, \mathfrak{P})$, auch bei einer Rotation.

Da F und F' positiv sind, so kann $F''(x,y)$ positive Werte annehmen. Für

$$(5.)\qquad -\frac{y}{x} = \frac{c}{c'} = \frac{u}{u'} = \frac{v}{v'} = \frac{w}{w'}$$

ist F'' negativ, ausgenommen nur, wenn für diesen Wert das Integral verschwindet, also auch $F''(c', -c) = 0$ ist. Daher ist $F''(x, y)$ eine indefinite Form, ihre Determinante ist negativ, es ist

$$M^2 \geqq FF'. \tag{6.}$$

Ist $M^2 = FF'$, so verschwinden notwendig die Ausdrücke von G'' und F'' für den Wert (5.), und zwar auch die Form F'' von der zweiten Ordnung, weil ihre Determinante Null ist. Das Verhältnis $c : c' = \sqrt{F} : \sqrt{F'}$ hängt also nur von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ ab, aber nicht von der Wahl des Kappendreiecks.

Durch Dilatation entstehe aus $\mathfrak{P}'$ das mit $\mathfrak{P}'$ homothetische Oval $\mathfrak{R} = \frac{c}{c'}\mathfrak{P}'$. Dann sind je zwei entsprechende umschließende Dreiecke von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{R}$ kongruent. Von zwei entsprechenden Kappenvierecken enthält jedes zwei (von drei der Seiten gebildete) umschließende und zwei anschließende Dreiecke. Aus der Kongruenz der entsprechenden umschließenden Dreiecke folgt die der anschließenden.

Bringt man durch eine Translation das Dreieck UVW mit dem entsprechenden um $\mathfrak{R}$ zur Deckung, so fallen je zwei entsprechende Tangenten zusammen, und folglich sind $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ homothetisch. Die Verbindungslinien von je zwei entsprechenden eigentlichen Punkten P und P' gehen alle durch das Ähnlichkeitszentrum

$$S = \frac{cP' - c'P}{c - c'},$$

die Linie

$$\frac{c\mathfrak{P}' - c'\mathfrak{P}}{c - c'}$$

reduziert sich auf einen Punkt. Sind umgekehrt $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ homothetisch, so ist $M^2 = FF'$.

I. *Sind F und F' die Inhalte zweier Ovale $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$, und ist M ihr gemischter Flächeninhalt, so ist $M^2 \geqq FF'$, und stets und nur dann $M^2 = FF'$, wenn $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ homothetisch sind.*

Nach der Ungleichheit $F''(c', -c) \leqq 0$ oder

$$2\sqrt{GG'}\,M \geqq FG' + F'G \tag{7.}$$

ist $M > 0$ und demnach (Br.)

$$\sqrt{F''} \geqq x\sqrt{F} + y\sqrt{F'}. \tag{8.}$$

Nach der Ungleichheit

$$2\sqrt{GG'}\,(M - \sqrt{FF'}) \geqq (\sqrt{FG'} - \sqrt{F'G})^2 \tag{9.}$$

ist ferner $M \geqq \sqrt{FF'}$ und nur dann $M^2 = FF'$, wenn für je zwei entsprechende Kappendreiecke $G : G' = F : F'$ ist. Dies ist aber, wie

oben gezeigt, nur möglich, wenn $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ homothetisch sind. Ist dies nicht der Fall, so kann man auf diese Ungleichheit (9.) die Betrachtungen Mk. 23 und 26 (Schluß) anwenden, und damit auch den Fall erledigen, wo $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ nicht aus Stücken analytischer Kurven bestehen. (Vgl. auch H. A. SCHWARZ, *Math. Abh. II, S. 339.*)

§ 3.

Sind $\mathfrak{P}_1, \mathfrak{P}_2, \cdots \mathfrak{P}_n$ n Ovale in parallelen Ebenen, und sind $x_1, x_2, \cdots x_n$ positive Größen, deren Summe 1 ist, so ergibt sich für den Flächeninhalt F des Ovals $\mathfrak{P} = x_1\mathfrak{P}_1 + x_2\mathfrak{P}_2 + \cdots + x_n\mathfrak{P}_n$ in derselben Weise wie oben

$$(1.)\quad F = (c_1x_1 + \cdots + c_nx_n)^2 - \frac{1}{2}\int (x_1t_1 + \cdots + x_nt_n)^2\,d\varphi = h^2 - G.$$

Ist

$$F = \sum a_{\varkappa\lambda}x_\varkappa x_\lambda,\quad G = \sum b_{\varkappa\lambda}x_\varkappa x_\lambda,\quad h = \sum c_\lambda x_\lambda,$$

so sind die Koeffizienten

$$a_{\varkappa\lambda} = M(\mathfrak{P}_\varkappa, \mathfrak{P}_\lambda)$$

der quadratischen Form F alle positiv, ebenso die der linearen Form h, worin

$$c_\varkappa c_\lambda = M(\mathfrak{O}_\varkappa, \mathfrak{O}_\lambda)$$

ist. Endlich ist G eine nicht negative Form, deren Koeffizienten

$$b_{\varkappa\lambda} = c_\varkappa c_\lambda - a_{\varkappa\lambda} = \frac{1}{2}\int t_\varkappa t_\lambda\,d\varphi$$

auch alle positiv sind. Ist s der Rang der Form G, so kann sie in $y_1^2 + y_2^2 \cdots + y_s^2$ transformiert werden, wo $y_1, y_2, \cdots y_s$ unabhängige lineare Funktionen von $x_1, x_2, \cdots x_n$ sind.

Ist y_0 eine von diesen unabhängige Variable, so ist F unter der Form $y_0^2 - y_1^2 - \cdots - y_s^2$ enthalten. Nun lautet das Trägheitsgesetz der quadratischen Formen in seiner allgemeinsten Gestalt:

Eine reelle quadratische Form H lasse sich in $p+q$ Quadrate unabhängiger reeller linearer Funktionen zerlegen, von denen p positiv und q negativ sind. Für eine andere Form H' mögen p' und q' dieselbe Bedeutung haben. Ist dann H' unter H enthalten, so ist $p \geq p'$ und $q \geq q'$. Enthalten sich H und H' gegenseitig, so ist $p = p'$ und $q = q'$.

Daher kann der Trägheitsindex p von F nur 1 oder 0 sein. Im letzteren Falle würde F nur negative Werte darstellen. Da aber die Koeffizienten von F alle positiv sind, so ist $p = 1$. Dies Resultat leitet MINKOWSKI (Mk. § 39) aus dem Satze ab:

Sei $F(x_1, \cdots x_n) = \sum a_{\varkappa\lambda}x_\varkappa x_\lambda$ eine reelle quadratische Form, die für $x_1 = c_1, \cdots x_n = c_n$ den positiven Wert F' hat, und sei $M = \sum a_{\varkappa\lambda}c_\varkappa x_\lambda$. Ist dann stets $M^2 \geq FF'$, so hat F den Trägheitsindex 1.

Geht eine reelle quadratische Form H durch eine reelle lineare Substitution der Determinante ± 1 in $s_1 y_1^2 + \cdots + s_n y_n^2$ über, so ist die Determinante von H

$$D = s_1 s_2 \cdots s_n .$$

Von den Größen $s_1, s_2, \cdots s_n$ sind p positiv, q negativ und $n-p-q$ Null. Ist D von Null verschieden, so ist $n = p+q$, und D hat das Zeichen $(-1)^q = (-1)^{n-p}$. In jedem Falle ist folglich

$$(2.) \qquad (-1)^{n-p} D = (-1)^q D \geqq 0 .$$

Für die Form F ergibt sich daher (Mk. § 39) das Resultat:

II. *Die quadratische Form* $F = \sum M(\mathfrak{P}_\varkappa, \mathfrak{P}_\lambda) x_\varkappa x_\lambda$ *hat den Trägheitsindex* 1. *Ist A ihre Determinante, so ist*

$$(3.) \qquad (-1)^{n-1} A \geqq 0 .$$

§ 4.

Ich will jetzt zeigen, daß nur dann $A = 0$ ist, wenn man den beiden Gleichungen $G = 0$ und $h = 0$ durch reelle Werte $x_1 = a_1, \cdots x_n = a_n$ genügen kann, die nicht alle Null sind. Da G eine nicht negative Form ist, so kann nur an solchen Stellen $G = 0$ sein, wo auch alle Ableitungen von G verschwinden. Die Bedingungen $G = h = 0$ sind daher mit den Gleichungen

$$(1.) \qquad \frac{\partial F}{\partial x_1} = 0, \cdots \frac{\partial F}{\partial x_n} = 0, \quad h = 0$$

identisch. Ist r der Rang von F, so sind unter den n Ableitungen von F genau r unabhängig. Ist $A = 0$, so ist $r < n$. Ist $r < n-1$, so ist die Anzahl der unabhängigen unter jenen $n+1$ homogenen linearen Gleichungen zwischen n Unbekannten kleiner als n, und daher haben sie stets eine Lösung. Ist $r = n-1$, so sind die Unterdeterminanten $A_{\varkappa\lambda}$ von A nicht alle Null, und weil $A = 0$ ist, ist $A_{\varkappa\lambda} = \pm a_\varkappa a_\lambda$. Hier sind $a_1, \cdots a_n$ reelle Werte, für welche die n Ableitungen von F verschwinden. Setzt man $x_\lambda = 0$, so erhält man aus F eine unter F enthaltene Form von $n-1$ Variabeln, die nach dem Trägheitsgesetz und weil $a_{\varkappa\varkappa} > 0$ ist, den Trägheitsindex 1 hat. Nach (2.) § 3 ist daher

$$(-1)^n A_{\lambda\lambda} \geqq 0, \quad A_{\varkappa\lambda} = (-1)^n a_\varkappa a_\lambda .$$

Nun ist

$$(-1)^n B = |-b_{\varkappa\lambda}| = |a_{\varkappa\lambda} - c_\varkappa c_\lambda| = A - \sum A_{\varkappa\lambda} c_\varkappa c_\lambda = 0 - (-1)^n \sum a_\varkappa a_\lambda c_\varkappa c_\lambda .$$

Da aber G eine nicht negative Form ist, so ist ihre Determinante $B \geqq 0$. Die Gleichung

$$B = -\left(\sum c_\lambda a_\lambda\right)^2$$

erfordert daher, daß $0 = B$ und $0 = \sum c_\lambda a_\lambda = h(a_1, \cdots a_n)$ ist.

In einem zweiten Beweise, der einen schärferen Einblick gibt, will ich weniger voraussetzen, nämlich nur, daß

$$(2.) \qquad \sum b_{\lambda\lambda} < \sum c_\lambda^2 = c$$

ist, und daß G eine nicht negative Form ist; und ich will mehr beweisen, nämlich, daß jede Lösung der Gleichungen

$$(3.) \qquad \frac{\partial F}{\partial x_1} = 0, \quad \cdots \quad \frac{\partial F}{\partial x_n} = 0$$

auch die Gleichung $h = 0$ befriedigt.

Ich betrachte zuerst den Fall, wo $b_{\varkappa\lambda} = 0$ ist, falls $\varkappa$ von λ verschieden ist, also $G = \sum b_\lambda x_\lambda^2$, $b_\lambda \geqq 0$ ist. Dann lauten die Gleichungen (3.)

$$b_\lambda x_\lambda = h c_\lambda .$$

Daher ist

$$\sum b_\lambda x_\lambda^2 = h^2, \quad \sum b_\lambda^2 x_\lambda^2 = c h^2, \quad \sum b_\lambda (c - b_\lambda) x_\lambda^2 = 0 .$$

In der letzten Summe ist aber kein Glied negativ, weil $c > \sum b_\lambda \geqq b_\lambda$ ist. Folglich ist

$$b_\lambda x_\lambda = 0, \quad h c_\lambda = 0, \quad h = 0,$$

weil nach (2.) $c > \sum b_\lambda \geqq 0$ ist.

Auf diesen speziellen Fall $b_{\varkappa\lambda} = 0$ läßt sich der allgemeine durch eine reelle orthogonale Substitution zurückführen. Durch eine solche kann man die nicht negative Form G in $\sum b_\lambda y_\lambda^2$ transformieren. Wird dann $h = \sum c_\lambda x_\lambda = \sum d_\lambda y_\lambda$, so ist $\sum d_\lambda^2 = \sum c_\lambda^2 = c$. Die Größen b_λ $(\geqq 0)$ sind die Wurzeln der Gleichung $|b_{\varkappa\lambda} - s e_{\varkappa\lambda}| = 0$. Daher ist $\sum b_\lambda = \sum b_{\lambda\lambda} < 0$.

Ist $\sum c_\lambda a_\lambda = 0$, so können die Größen a_λ nicht alle dasselbe Zeichen haben. Seien etwa $a_1, \cdots a_m$ positiv, $a_{m+1}, \cdots a_n$ negativ,

$$a_1 + \cdots + a_m = a, \quad a_{m+1} + \cdots + a_n = a'$$

$$\frac{1}{a}(a_1 \mathfrak{P}_1 + \cdots + a_m \mathfrak{P}_m) = \mathfrak{P}, \quad \frac{1}{a'}(a_{m+1} \mathfrak{P}_{m+1} + \cdots + a_n \mathfrak{P}_n) = \mathfrak{P}' .$$

Ist dann $x + y = 1$, $x \geqq 0$, $y \geqq 0$, so ist der Inhalt der Fläche $x\mathfrak{P} + y\mathfrak{P}'$

$$\left((a_1 c_1 + \cdots + a_m c_m)\frac{x}{a} + (a_{m+1} c_{m+1} + \cdots + a_n c_n)\frac{y}{a'}\right)^2$$
$$-\frac{1}{2}\int\left((a_1 t_1 + \cdots + a_m t_m)\frac{x}{a} + (a_{m+1} t_{m+1} + \cdots + a_n t_n)\frac{y}{a'}\right)^2 d\varphi$$
$$= h_0(x,y)^2 - G_0(x,y).$$

Die nicht negativen Formen h_0^2 und G_0 verschwinden für $x = a$, $y = a'$. Daher müssen, wie oben gezeigt, $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ homothetisch sein. Es ist also

$$(4.) \qquad (-1)^{n-1}|M(\mathfrak{P}_\alpha, \mathfrak{P}_\lambda)| \geqq 0,$$

und stets und nur dann $= 0$, wenn unter den Kurven $x_1\mathfrak{P}_1 + \cdots + x_n\mathfrak{P}_n$ ($x_1 + \cdots + x_n = 1$, $x_1 \geqq 0$, $\cdots x_n \geqq 0$) zwei homothetisch (oder identisch) sind, die verschiedenen (positiven) Werte von $x_1, \cdots x_n$ entsprechen. Läßt man für $x_1, \cdots x_n$ auch negative Werte zu, so kann man auch sagen, daß eine der Kurven $x_1\mathfrak{P}_1 + \cdots + x_n\mathfrak{P}_n$ sich auf einen Punkt S reduziert, den Ähnlichkeitspunkt von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$, der auch unendlich fern liegen kann.

§ 5.

Ist $\mathfrak{P}'$ der Einheitskreis, so ist $2M(\mathfrak{P}, \mathfrak{P}') = l$ der Umfang von $\mathfrak{P}$ (Mk. § 28). Denn sind ξ, η die rechtwinkligen Koordinaten von P, und ξ', η' die von P', so sind $x\xi + y\xi'$, $x\eta + y\eta'$ die von $xP + yP'$. Nun ist

$$2F = \int (\xi d\eta - \eta d\xi),$$

erstreckt über $\mathfrak{P}$. Als unabhängige Variable wähle man den Winkel φ der Tangente mit der positiven Ordinatenachse. Wendet man diese Formel auf $x\mathfrak{P} + y\mathfrak{P}'$ an, so erhält man

$$(1.) \qquad 2M = \int (\xi d\eta' - \eta d\xi') = \int (\xi' d\eta - \eta' d\xi).$$

Die beiden Integrale sind einander gleich, weil (Mk. § 18) ihre Differenz

$$\int d(\xi\eta' - \eta\xi') = 0$$

ist. Ist nun $\mathfrak{P}'$ der mit dem Radius 1 um den Koordinatenanfang beschriebene Kreis, so ist

$$\xi' = \cos\varphi, \quad \eta' = \sin\varphi, \quad d\xi = -\sin\varphi\, ds, \quad d\eta = \cos\varphi\, ds$$

und mithin nach der zweiten Formel (1.)

$$2M = \int ds = l.$$

Für $n = 3$ ist nach (3.) § 3

$$(2.) \qquad a_{11}a_{23}^2 - 2a_{12}a_{23}a_{13} + a_{22}a_{13}^2 \leqq a_{33}(a_{11}a_{22} - a_{12}^2) \leqq 0,$$

Daher verschwindet der Ausdruck links stets und nur dann, wenn $\mathfrak{P}_1$ und $\mathfrak{P}_2$ homothetisch sind. Denn ist $a_{12} = \sqrt{a_{11}a_{22}}$, so wird er

gleich $(a_{22}\sqrt{a_{11}} - a_{12}\sqrt{a_{22}})^2 \geqq 0$, also $= 0$, weil er immer $\leqq 0$ ist. Jedes Oval $\mathfrak{P}_2$ liefert demnach ein Wertsystem $y : x = -a_{12} : a_{22}$, wofür $a_{11}x^2 + 2a_{12}xy + a_{22}y^2 \leqq 0$ ist.

Ist z. B. $\mathfrak{Q}$ eine (gerade) Strecke der Länge k, so ist

$$M(\mathfrak{P}, \mathfrak{Q}) = \frac{1}{2}kl, \tag{3.}$$

wo l der Abstand der beiden mit k parallelen Tangenten von $\mathfrak{P}$ ist. Daher ist

$$Fl'^2 - 2Ml'l + F'l^2 \leqq 0, \tag{4.}$$

und nur dann $= 0$, wenn $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ homothetisch sind. Nach (5.) § 2 gilt diese Ungleichheit allgemein, wenn l eine Seite eines umschließenden (aber nicht eines anschließenden) Tangentendreiecks von $\mathfrak{P}$ ist (und l' die entsprechende Strecke für $\mathfrak{P}'$). Auch kann $l (= u + v + w)$ der Umfang eines Tangentendreiecks $\mathfrak{Q}$ sein, oder $l = \sqrt{G}$.

Ist $\mathfrak{P}_2$ der Einheitskreis, so sind $2a_{12}$ und $2a_{22}$ die Perimeter von $\mathfrak{P}_1$ und $\mathfrak{P}_2$. Demnach kann l in (4.) auch der Umfang von $\mathfrak{P}$ sein. Diese einfache Herleitung einer Ungleichheit, die sich aus den Formeln (54.) und (55.) des Hrn. Blaschke ergibt, hat mir Hr. I. Schur mitgeteilt.

Endlich kann l auch der Umfang oder die Quadratwurzel aus dem Inhalt einer beliebigen *Kappe* $\mathfrak{Q}$ von $\mathfrak{P}$ sein. So nennt Minkowski eine $\mathfrak{P}$ umschließende endliche Fläche, wenn jede eigentliche Tangente von $\mathfrak{Q}$ auch eine Tangente von $\mathfrak{P}$ ist.

Sind nämlich F und G die Inhalte von $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{Q}$, und ist t das Stück der Tangente von $\mathfrak{P}$ von ihrem Berührungspunkte bis zu ihrem Schnittpunkte Q mit $\mathfrak{Q}$, so ist

$$G - F = \frac{1}{2}\int t^2 d\varphi.$$

Ist $\mathfrak{P} = x_1\mathfrak{P}_1 + \cdots + x_n\mathfrak{P}_n$, so ist auch $\mathfrak{Q} = x_1\mathfrak{Q}_1 + \cdots + x_n\mathfrak{Q}_n$ und

$$F(x_1, \cdots x_n) = G(x_1, \cdots x_n) - \frac{1}{2}\int (t_1x_1 + \cdots + t_nx_n)^2 d\varphi, \tag{5.}$$

und jede Lösung der Gleichungen $\frac{\partial F}{\partial x_\lambda} = 0$ genügt auch den Gleichungen $\frac{\partial G}{\partial x_\lambda} = 0$. Ist $n = 2$, und sind l_1 und l_2 die Perimeter von $\mathfrak{Q}_1$ und $\mathfrak{Q}_2$, so ist nach (4.) $G(l_2, -l_1) \leqq 0$, und folglich ist auch $F(l_2, -l_1) < 0$.

Die Formel (9.) § 2 macht die beiden Sätze des Hrn. Brunn unmittelbar evident. Von seinen Ausführungen kann nur der Beweis für den ersten Satz als elementar und durchsichtig gelten. Besonders

interessant erscheint mir daher die Bemerkung des Hrn. I. Schur, daß man jene Formel aus dem ersten Satze direkt ableiten und so den Beweis des zweiten Satzes auf den des ersten zurückführen kann.

Ist nämlich $\mathfrak{Q}$ eine Kappe von $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}'$ die entsprechende Kappe von $\mathfrak{P}'$, so ist, wie leicht zu sehen (Mk. S. 224; Blaschke, S. 221),

$$M(\mathfrak{P}, \mathfrak{Q}') = M(\mathfrak{Q}, \mathfrak{Q}').$$

Ist $\mathfrak{Q}$ ein Dreieck und sind G und G' die Inhalte von $\mathfrak{Q}$ und $\mathfrak{Q}'$, so ist $M(\mathfrak{Q}, \mathfrak{Q}') = \sqrt{GG'}$. Wählt man also in der Formel (2.), die nach der Methode Mk. S. 260 erhalten werden kann, für $\mathfrak{P}_3$ das Dreieck $\mathfrak{Q}$, so wird $a_{12} = a_{33} = G$, $a_{23} = \sqrt{GG'}$, und sie geht in die Ungleichheit (9.) § 2 über. Man erhält diese sogar in der verschärften Form

$$(6.)\qquad (2\sqrt{GG'}-\sqrt{FF'}-M)(M-\sqrt{FF'}) \geq (\sqrt{FG'}-\sqrt{F'G})^2.$$

Eine ähnliche Bemerkung knüpft sich an die geistreichen, aber viel angefochtenen Beweise Steiners über den Kreis. Nach dem ersten Satze des Hrn. Brunn ist $l^2 \geq 4\pi F$, wenn l der Umfang und F der Inhalt einer Fläche $\mathfrak{P}$ ist. Ist nun $\mathfrak{P}$ kein Kreis, so kann nicht $l^2 = 4\pi F$ sein. Denn sonst könnte man nach Steiner eine Fläche $\mathfrak{P}'$ konstruieren, wofür $l = l'$ und $F < F'$, also $l'^2 < 4\pi F'$ wäre.

II. Polygone.

§ 6.

Die positive Richtung ρ auf einer orientierten Geraden wird durch zwei verschiedene Punkte AB in dieser Reihenfolge definiert. Der positive Drehungssinn einer orientierten Ebene wird durch drei Punkte ABC, die nicht auf einer Geraden liegen, in dieser Reihenfolge definiert, oder durch zwei Richtungen $\rho\sigma$, die nicht gleich oder entgegengesetzt sind, und zwar ist der Drehungssinn

$$ABC = AB, AC = BCA = BC, BA = CAB = CA, CB.$$

In einer orientierten Ebene sei gegeben ein Punkt O und n durch O gehende orientierte Gerade $\rho_1, \rho_2, \cdots \rho_n$. Eine solche Figur nenne ich einen *Achsenstern*. Zu seiner Bestimmung gehört das *Zentrum* O, die n Richtungen, und die (willkürlich aber fest) gewählte *zyklische Reihenfolge*, in der sie mit $\rho_1, \rho_2, \cdots \rho_n$ bezeichnet sind. Ich nehme an, daß zwei aufeinanderfolgende Richtungen ρ_α und $\rho_{\alpha+1}$ weder gleich noch entgegengesetzt sind. Zwei Sterne, die sich nur durch die Lage von O unterscheiden, heißen *gleichgerichtet*.

Sind nun n Zahlen (*Koordinaten*) $h_1, h_2, \cdots h_n$ gegeben, so bestimmen sie in folgender Art ein n-Eck $ABCDE\cdots$. Man trage die Strecke $|h_\alpha|$ auf dem Halbstrahl ρ_α oder dem entgegengesetzten ab, je nachdem h_α positiv oder negativ ist. Durch den Endpunkt H_α lege man eine

Senkrechte zu ρ_α, und gebe ihr eine solche Richtung σ_α, daß $\rho_\alpha\sigma_\alpha$ den positiven Drehungssinn der Ebene definiert. Schneiden sich σ_1 und σ_2 in B, σ_2 und σ_3 in $C, \cdots, \sigma_n$ und σ_1 in A, so bezeichne ich in dem Polygon $ABCD\cdots$ die Seite AB mit s_1, BC mit $s_2, \cdots$, wobei s_1 das positive oder negative Zeichen erhält, je nachdem die Richtung AB der Richtung σ_1 gleich oder entgegengesetzt ist. Die n Seiten s_α sind durch die n Koordinaten h_α völlig bestimmt, ebenso der Inhalt $F_n = F$ des Polygons $\mathfrak{P}_n = \mathfrak{P}$. Der Ausdruck

$$(1.)\qquad 2F = \sum h_\alpha s_\alpha$$

ist von der Lage von O unabhängig. Umgekehrt kann man von den Seiten s_α eines gegebenen n-Ecks $\mathfrak{P}_n$ ausgehen, die auf n willkürlich orientierten Geraden σ_α liegen und dazu durch ein beliebig gewähltes Zentrum O den Achsenstern konstruieren. Ist, wie meist im folgenden, $\mathfrak{P}$ ein im positiven Sinne umlaufenes konvexes Polygon mit positiven Seiten, und wählt man O im Innern von $\mathfrak{P}$, so folgen die positiven Halbstrahlen $\rho_1, \rho_2, \cdots \rho_n$ in natürlicher Reihe aufeinander, der Winkel $\rho_\alpha\rho_{\alpha+1}$ liegt zwischen 0 und π, und in diesem Winkel liegt kein anderer Halbstrahl.

So entspricht bei gegebenem Achsenstern jedem System von n Koordinaten h_α ein Polygon $\mathfrak{P}_n = \mathfrak{P}$, einem anderen System h'_α ein mit $\mathfrak{P}$ *gleichgerichtetes* Polygon $\mathfrak{P}'_n = \mathfrak{P}'$ mit den Seiten s'_α. Sind dann x und y zwei Unbestimmte, so bezeichne ich das den Koordinaten $xh_\alpha + yh'_\alpha$ entsprechende Polygon mit $x\mathfrak{P} + y\mathfrak{P}'$. Seine Seiten sind $xs_\alpha + ys'_\alpha$. Ist $x + y = 1$, so ist dies Polygon von der Lage von O unabhängig. Sonst sind zwei verschiedenen Zentren entsprechende Polygone $x\mathfrak{P} + y\mathfrak{P}'$ kongruent und können durch Translation ineinander übergeführt werden. Ihr Inhalt ist

$$(2.)\qquad 2G_n(x, y) = \sum' (h_\alpha x + h'_\alpha y)(s_\alpha x + s'_\alpha y) = Fx^2 + 2Mxy + F'y^2 .$$

Die so definierte, von O unabhängige Größe $M = M(\mathfrak{P}, \mathfrak{P}')$ heißt der *gemischte Flächeninhalt von* $\mathfrak{P}$ *und* $\mathfrak{P}'$.

§ 7.

Die Gesamtheit aller Polygone $x\mathfrak{P} + y\mathfrak{P}'$ bezeichnet MINKOWSKI als eine Polygonschar, $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ bilden eine *Basis* der Schar. Als Basis können auch irgend zwei Polygone $\alpha\mathfrak{P} + \beta\mathfrak{P}'$ und $\gamma\mathfrak{P} + \delta\mathfrak{P}'$ genommen werden, falls $\alpha\delta - \beta\gamma$ von Null verschieden ist.

Sind $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ homothetisch und kongruent, so ist, falls $x + y = 1$ ist, auch $x\mathfrak{P} + y\mathfrak{P}'$ ihnen kongruent. Daher ist

$$G(x, y) = Fx^2 + 2Mxy + F'y^2 = F = F(x+y)^2 ,$$

und mithin ist $M = F$. Der Bequemlichkeit halber setze ich $y = 1$ und bezeichne $G(x, y)$ mit $G_n(x) = G(x) = G_n = G$. Sind $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ homothetisch, aber nicht kongruent, so haben sie einen endlichen Ähnlichkeitspunkt. Wählt man diesen für O, so ist $h'_\alpha = ch_\alpha$, $s'_\alpha = cs_\alpha$,

$$2G = \sum h_\alpha (x + c) s_\alpha (x + c) = 2F(x + c)^2.$$

Dies gilt auch für die Kongruenz, wo $c = 1$ ist. Nun beweise ich den Satz:

Enthält eine Schar ein konvexes Polygon, und sind ihre Basispolygone nicht homothetisch, so ist $G(x, y)$ eine indefinite Form.

Wir können annehmen, daß $\mathfrak{P}$ ein im positiven Sinne umlaufenes konvexes Polygon ist, so daß der Inhalt F von $\mathfrak{P}$ positiv ist. Dann ist nur zu beweisen, daß es Werte von x gibt, für die

$$G_n(x) = F_n x^2 + 2M_n x + F'_n$$

negativ (<0) ist. Da $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ nicht homothetisch sind, so ist $n > 3$. Ist $n = 4$ und $\mathfrak{P}$ ein Parallelogramm, so ist

$$F = c(h_1 + h_3)(h_2 + h_4),$$
$$G = c\left(x(h_1 + h_3) + h'_1 + h'_3\right)\left(x(h_2 + h_4) + h'_2 + h'_4\right).$$

Da nicht $h_1 + h_3 : h_2 + h_4 = h'_1 + h'_3 : h'_2 + h'_4$ ist, so ist G indefinit.

Schließen wir das Dreieck und das Parallelogramm aus, so gibt es immer eine Seite BC, deren anliegende innere Polygonwinkel zusammen $\beta + \gamma > \pi$ sind. Denn wäre stets $\beta + \gamma \leqq \pi$, so wäre

$$2(n-2)\pi = 2\sum \alpha = \sum (\beta + \gamma) \leqq n\pi,$$

also entweder $n = 3$, oder $n = 4$ und dann immer $\beta + \gamma = \pi$, also $\mathfrak{P}$ ein Parallelogramm.

Ist nun $\beta + \gamma > \pi$, so schneiden sich die Verlängerungen von AB und DC in einem Punkte L außerhalb $\mathfrak{P}_n$. Das $(n-1)$-Eck $\mathfrak{P}_{n-1} = ALDE \cdots$ ist konvex, und hat in bezug auf den Stern $\rho_1, \rho_3, \cdots \rho_n$ die Koordinaten $h_1, h_3, \cdots h_n$. Sein Inhalt F_{n-1} ist positiv. Dasselbe gilt von dem Inhalt F_3 des Dreiecks $\mathfrak{P}_3 = CBL$, das in bezug auf den Stern ρ_1, ρ_2, ρ_3 die Koordinaten h_1, h_2, h_3 hat. Macht man für $\mathfrak{P}'_n$ dieselbe Konstruktion, so ist

$$F_n = F_{n-1} - F_3, \quad G_n = G_{n-1} - G_3.$$

Hier ist $G_3 = F_3(x + b)^2$ ein positives Quadrat.

Sind $\mathfrak{P}_{n-1}$ und $\mathfrak{P}'_{n-1}$ homothetisch, so ist $G_{n-1} = F_{n-1}(x + a)^2$. Es ist aber nicht $a = b$, sonst wären auch $\mathfrak{P}_n$ und $\mathfrak{P}'_n$ homothetisch. Daher ist

$$G_n(x) = F_{n-1}(x + a)^2 - F_3(x + b)^2$$

für $x = -a$ negativ. Damit ist der Fall $n = 4$ erledigt.

Seien $\mathfrak{P}_{n-1}$ und $\mathfrak{P}'_{n-1}$ nicht homothetisch. Wir können annehmen, die Behauptung sei für eine Schar von $(n-1)$-Ecken schon bewiesen. Dann gibt es Werte von x, für die $G_{n-1}(x)$ negativ ist. Für dieselben Werte ist auch

$$G_n(x) = G_{n-1}(x) - F_2(x+b)^2$$

negativ.

Je drei Seiten eines Polygons, von denen nicht zwei parallel sind, bilden ein Dreieck $\mathfrak{T}$. Ist $\mathfrak{P}$ konvex, so liegt entweder $\mathfrak{P}$ ganz in $\mathfrak{T}$, oder $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{T}$ haben kein Flächenstück gemeinsam. Je nachdem nenne ich $\mathfrak{T}$ ein umschließendes oder anschließendes Dreieck. Ein konvexes Polygon $\mathfrak{P}$ kann in der Gestalt

$$\mathfrak{P} = \mathfrak{U} - \mathfrak{V}_1 - \mathfrak{V}_2 - \cdots - \mathfrak{V}_{n-2}$$

dargestellt werden, wo $\mathfrak{U}$ ein umschließendes, $\mathfrak{V}_1, \mathfrak{V}_2, \cdots \mathfrak{V}_{n-2}$ anschließende Dreiecke sind. Die Bezeichnung hat mit der in § 6 gebrauchten nichts gemeinsam, sondern drückt nur aus, daß von der Fläche von $\mathfrak{U}$ die Flächen von $\mathfrak{V}_1, \mathfrak{V}_2, \cdots \mathfrak{V}_{n-2}$ weggenommen werden. Für $\mathfrak{U}$ kann jedes umschließende Dreieck gewählt werden. Sind $s_1, s_2, \cdots s_n\ (s_{n+1} = s_1, \cdots)$ die aufeinanderfolgenden Seiten von $\mathfrak{P}$, so bestimmen die Seiten $s_\varkappa, s_\lambda, s_\mu\ (\varkappa < \lambda < \mu)$ das Dreieck $\mathfrak{T}_{\varkappa\lambda\mu}$. Ist dies ein umschließendes, so ist, wie die Figur unmittelbar zeigt,

$$\begin{aligned} \mathfrak{P} = \mathfrak{T}_{\varkappa,\lambda,\mu} & - \mathfrak{T}_{\varkappa,\varkappa+1,\lambda} - \mathfrak{T}_{\varkappa+1,\varkappa+2,\lambda} - \cdots - \mathfrak{T}_{\lambda-2,\lambda-1,\lambda} \\ & - \mathfrak{T}_{\lambda,\lambda+1,\mu} - \mathfrak{T}_{\lambda+1,\lambda+2,\mu} - \cdots - \mathfrak{T}_{\mu-2,\mu-1,\mu} \\ & - \mathfrak{T}_{\mu,\mu+1,\varkappa} - \mathfrak{T}_{\mu+1,\mu+2,\varkappa} - \cdots - \mathfrak{T}_{\varkappa-2,\varkappa-1,\varkappa}. \end{aligned}$$

Diese Formel ist mit der Gleichung (3.) § 2 identisch. Kann man eine Seite $s_\varkappa$ so wählen, daß sie keiner andern parallel ist, so gibt es eine Ecke $(\lambda, \lambda+1)$, so daß die durch sie zu $s_\varkappa$ gezogene Parallele ganz außerhalb $\mathfrak{P}$ liegt. Dann ist (*MOEBIUS, Bestimmung des Inhaltes eines Polyeders, § 32, Werke, Bd. II, S. 506*)

$$\mathfrak{P} = \mathfrak{T}_{\varkappa,1,2} + \mathfrak{T}_{\varkappa,2,3} + \cdots + \mathfrak{T}_{\varkappa,n-1,n} + \mathfrak{T}_{\varkappa,n,1}.$$

Unter diesen Dreiecken ist $\mathfrak{T}_{\varkappa,\lambda,\lambda+1}$ das einzige, das $\mathfrak{P}$ umschließt. Für die Polarfigur, worin nicht die Seiten, sondern die Ecken mit $1, 2, \cdots n$ bezeichnet sind, ist dies eine wohlbekannte Formel.

§ 7.

Auf zwei Ovalen $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ ordnen wir je zwei Punkte P und P' einander zu, in denen die Tangenten gleichgerichtet sind. Sind $P, Q, R, S, \cdots n$ aufeinanderfolgende Punkte von $\mathfrak{P}$, und sind $P', Q', R', S', \cdots$ entsprechende Punkte von $\mathfrak{P}'$, so bilden die Tangenten in diesen Punkten zwei gleichgerichtete, konvexe, umschriebene n-Ecke $\mathfrak{P}_n$ und $\mathfrak{P}'_n$. Für diese ist $M_n^2 \geq F_n F'_n$. Läßt man n über alle Grenzen wachsen,

und die Punkte $P, Q, R, \cdots$ einander unendlich naherücken, so erhält man durch Grenzübergang $M^2 \geqq FF'$. Auf die geringen Abänderungen, welche diese Betrachtungen erfordern, wenn $\mathfrak{P}$ Ecken oder Kanten hat, will ich der Kürze halber nicht näher eingehen.

Für Polygone gilt die Gleichheit nur, wenn $\mathfrak{P}_n$ und $\mathfrak{P}'_n$ ähnlich sind. Um für $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ dasselbe zu beweisen, wähle ich die n Berührungspunkte $PQRST\cdots$ von $\mathfrak{P}_n = ABCDE\cdots$ so, daß sie die $n-1$ Berührungspunkte $PRST\cdots$ von $\mathfrak{P}_{n-1} = ALDE\cdots$ enthalten. Umgekehrt entsteht dann $\mathfrak{P}_{n-1}$ aus $\mathfrak{P}_n$, indem man die Seiten AB und DC verlängert, bis sie sich in L schneiden. Sind $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{P}'$ nicht homothetisch, falls man entsprechende Punkte P und P' einander zuordnet, so können auch $\mathfrak{P}_m$ und $\mathfrak{P}'_m$ nicht für jedes m homothetisch sein. Sind $\mathfrak{P}_{n-1}$ und $\mathfrak{P}'_{n-1}$ nicht homothetisch, so ist $G_{n-1}(x)$ indefinit, und es gibt einen Wert $x = a$, wofür $G_{n-1}(a) = -k_{n-1}$ negativ ist. Nach § 6 ist

$$G_n(x) = G_{n-1}(x) - F_2(x+b)^2,$$

wo F_2 positiv ist. Ist also $G_n(a) = -k_n$, so ist $k_n \geqq k_{n-1}$. Nähern sich F_m, F'_m und M_m mit wachsendem m den Grenzen F, F' und M, so nähert sich $-k_m = F_m a^2 + 2M_m a + F'_m$ der Grenze $-k = Fa^2 + 2Ma + F' = G(a)$. Weil $k_{n-1} \leqq k_n \leqq k_{n+1} \leqq \cdots$ so ist, so ist auch $k \geqq k_{n-1} > 0$. Folglich ist die Form $G(x)$ indefinit, und ihre Diskriminante ist $M^2 - FF' > 0$ und nicht $= 0$.

§ 8.

Um das Verständnis des entwickelten Beweises zu vertiefen, füge ich noch die folgenden Bemerkungen hinzu. In dem Ausdruck von $F_n = F$ sind $h_1, h_2, \cdots h_n$ n voneinander unabhängige Veränderliche. Zwischen $s_1, s_2, \cdots s_n$ dagegen bestehen zwei lineare Relationen, die man erhält, indem man die geschlossene Linie $\mathfrak{P}_n$ auf zwei verschiedene Richtungen projiziert. Die Seiten $s_\varkappa$ sind lineare Verbindungen

$$s_\varkappa = \sum_\lambda a_{\varkappa\lambda} h_\lambda = \frac{\partial F}{\partial h_\varkappa}$$

der n Koordinaten $h_\varkappa$, in denen $a_{\varkappa\lambda} = a_{\lambda\varkappa}$ ist. Denn in dem Viereck OH_1BH_2 sind die Winkel bei H_1 und H_2 Rechte, und ist $OH_1 = h_1$, $OH_2 = h_2$. Projiziert man die gebrochene Linie OH_2B auf ρ_1, so erhält man

$$(1.) \qquad h_1 = h_2 \cos(\rho_1 \rho_2) + BH_2 \sin(\rho_1 \rho_2)$$

und ebenso aus dem Viereck OH_2CH_3

$$h_3 = h_2 \cos(\rho_2 \rho_3) + H_2C \sin(\rho_2 \rho_3).$$

Mithin ist

$$(2.)\quad h_1 \sin(\rho_2 \rho_3) + h_3 \sin(\rho_1 \rho_2) = h_2 \sin(\rho_1 \rho_3) + s_2 \sin(\rho_1 \rho_2) \sin(\rho_2 \rho_3).$$

Setzt man

$$c_{\varkappa\lambda} = \sin(\rho_\varkappa \rho_\lambda)$$

und

$$a_{\varkappa\varkappa} = -\frac{c_{\varkappa-1,\varkappa+1}}{c_{\varkappa-1,\varkappa}\, c_{\varkappa,\varkappa+1}}, \quad a_{\varkappa,\varkappa-1} = \frac{1}{c_{\varkappa-1,\varkappa}}, \quad a_{\varkappa,\varkappa+1} = \frac{1}{c_{\varkappa,\varkappa+1}},$$

und in allen anderen Fällen $a_{\varkappa\lambda} = 0$, so ist

$$(3.)\quad s_\varkappa = a_{\varkappa,\varkappa-1} h_{\varkappa-1} + a_{\varkappa\varkappa} h_\varkappa + a_{\varkappa,\varkappa+1} h_{\varkappa+1} = \sum_\lambda a_{\varkappa\lambda} h_\lambda .$$

Demnach ist

$$(4.)\quad 2F = \sum_{\varkappa,\lambda} a_{\varkappa\lambda} h_\varkappa h_\lambda ,$$

und weil $a_{\varkappa\lambda} = a_{\lambda\varkappa}$ ist,

$$(5.)\quad 2M = \sum_{\varkappa,\lambda} a_{\varkappa\lambda} h_\varkappa h'_\lambda = \sum a_{\varkappa\lambda} h'_\varkappa h_\lambda = \sum h_\varkappa s'_\varkappa = \sum h'_\varkappa s_\varkappa .$$

Die Formel $dF = \sum s_\varkappa dh_\varkappa$ ist auch geometrisch evident.

Umgekehrt erhält man, wenn man O nach A verlegt, $h_1 = h_n = 0$ und durch Projektion der gebrochenen Linie $s_1 s_2 \cdots s_{\lambda-1}$ auf ρ_λ

$$(6.)\quad \begin{aligned} h_\lambda &= c_{1\lambda} s_1 + c_{2\lambda} s_2 + \cdots + c_{\lambda-1,\lambda} s_{\lambda-1} \\ &= c_{\lambda,\lambda+1} s_{\lambda+1} + c_{\lambda,\lambda+2} s_{\lambda+2} + \cdots + c_{\lambda n} s_n . \end{aligned}$$

Mithin ist (L'HUILIER, *polygonométrie, VIII*)

$$(7.)\quad 2F = \sum_{\varkappa<\lambda} c_{\varkappa\lambda} s_\varkappa s_\lambda \qquad (\lambda = 2, 3, \cdots n-1),$$

wo sich λ von 2 bis $n-1$ bewegt, oder auch von 2 bis n, und nach (5.) ist

$$(8.)\quad 2M = \sum_{\varkappa<\lambda} c_{\varkappa\lambda} s_\varkappa s'_\lambda = \sum_{\varkappa<\lambda} c_{\varkappa\lambda} s'_\varkappa s_\lambda .$$

Diese Formeln zeigen, daß M bei einer Translation von $\mathfrak{P}$ ungeändert bleibt. Endlich ist

$$c_{12} s_2 + c_{13} s_3 + \cdots + c_{1n} s_n = 0, \quad c_{1n} s_1 + c_{2n} s_2 + \cdots + c_{n-1,n} s_{n-1} = 0 .$$

Alle diese Formeln hat Hr. BLASCHKE, S. 217—219, entwickelt.

Für ein Dreieck mit den Winkeln α, β, γ ist nach (2.)

$$(9.)\quad 2 \sin\alpha \sin\beta \sin\gamma\, F_3 = (h_1 \sin\alpha + h_2 \sin\beta + h_3 \sin\gamma)^2 .$$

In der Formel

$$F_n = F_{n-1} - F_3$$

ist daher F_3 ein positives Quadrat einer linearen Funktion von h_1, h_2, h_3, worin h_2 vorkommt, und F_{n-1} eine quadratische Funktion von $h_1, h_3, \cdots h_n$,

worin h_2 nicht vorkommt (vgl. die obigen Formeln für $a_{\varkappa\lambda}$). Ebenso kann man F_{n-1} in F_{n-2} und ein negatives Quadrat zerlegen, und erhält demnach durch wiederholte Anwendung jener Formel eine Darstellung des Inhalts $F_n = F$ eines konvexen n-Ecks durch $n-2$ Quadrate unabhängiger reeller linearer Funktionen von $h_1, h_2, \cdots h_n$, von denen eins positiv ist, die $n-3$ andern negativ sind. Ihr Rang ist also $n-2$, ihr Trägheitsindex 1. Eine in $F(h_1, h_2, \cdots h_n)$ enthaltene Form $G(x, y)$ vom Range 2 mit positiven Koeffizienten hat also ebenfalls den Trägheitsindex 1 und ist daher indefinit.

Ist z. B. $n = 4$, so kann F_4 aus einem positiven und einem negativen Quadrate zusammengesetzt werden. Seien $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ die Winkel des konvexen Vierecks $\mathfrak{P}_4 = ABCD$. Die Gegenseiten $AB = a$ und $CD = c$ mögen sich in P schneiden, die Gegenseiten $BC = b$ und $DA = d$ in Q, endlich die Halbierungslinien der Winkel P und Q in O. Dann hat O von a und c die gleiche Entfernung $OH_1 = OH_3 = h_1 = h_3 = p$, und von b und d die gleiche Entfernung $OH_2 = OH_4 = h_2 = h_4 = q$. In dem Viereck OH_1BH_2 ist nach (1.)

$$p = -q\cos\beta + BH_2\sin\beta,$$
$$q = -p\sin\beta + H_1B\sin\beta,$$

und mithin ist

$$H_1B + BH_2 = (p+q)\frac{1+\cos\beta}{\sin\beta} = (p+q)\cot\frac{\beta}{2}$$
$$H_1B - BH_2 = -(p-q)\frac{1-\cos\beta}{\sin\beta} = -(p-q)\operatorname{tg}\frac{\beta}{2}.$$

Entsprechende Formeln erhält man für die Vierecke, die an A, C und D angrenzen. Setzt man

$$f = \cot\frac{\alpha}{2} + \cot\frac{\beta}{2} + \cot\frac{\gamma}{2} + \cot\frac{\delta}{2}, \quad g = \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} + \operatorname{tg}\frac{\beta}{2} + \operatorname{tg}\frac{\gamma}{2} + \operatorname{tg}\frac{\delta}{2},$$

so folgt daraus durch Addition

$$a+b+c+d = (p+q)f, \quad a-b+c-d = -(p-q)g.$$

Nun ist

$$2F = p(a+c) + q(b+d), \quad 4F = (p+q)(a+b+c+d) + (p-q)(a-b+c+d)$$

und mithin

$$4F = \frac{(a+b+c+d)^2}{f} - \frac{(a-b+c-d)^2}{g}, \tag{10.}$$

die Darstellung von F durch ein positives und ein negatives Quadrat. Diese merkwürdige Formel bildet die Grundlage der Entwicklungen des Hrn. Blaschke.

Ausgegeben am 10. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1915.

XXIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

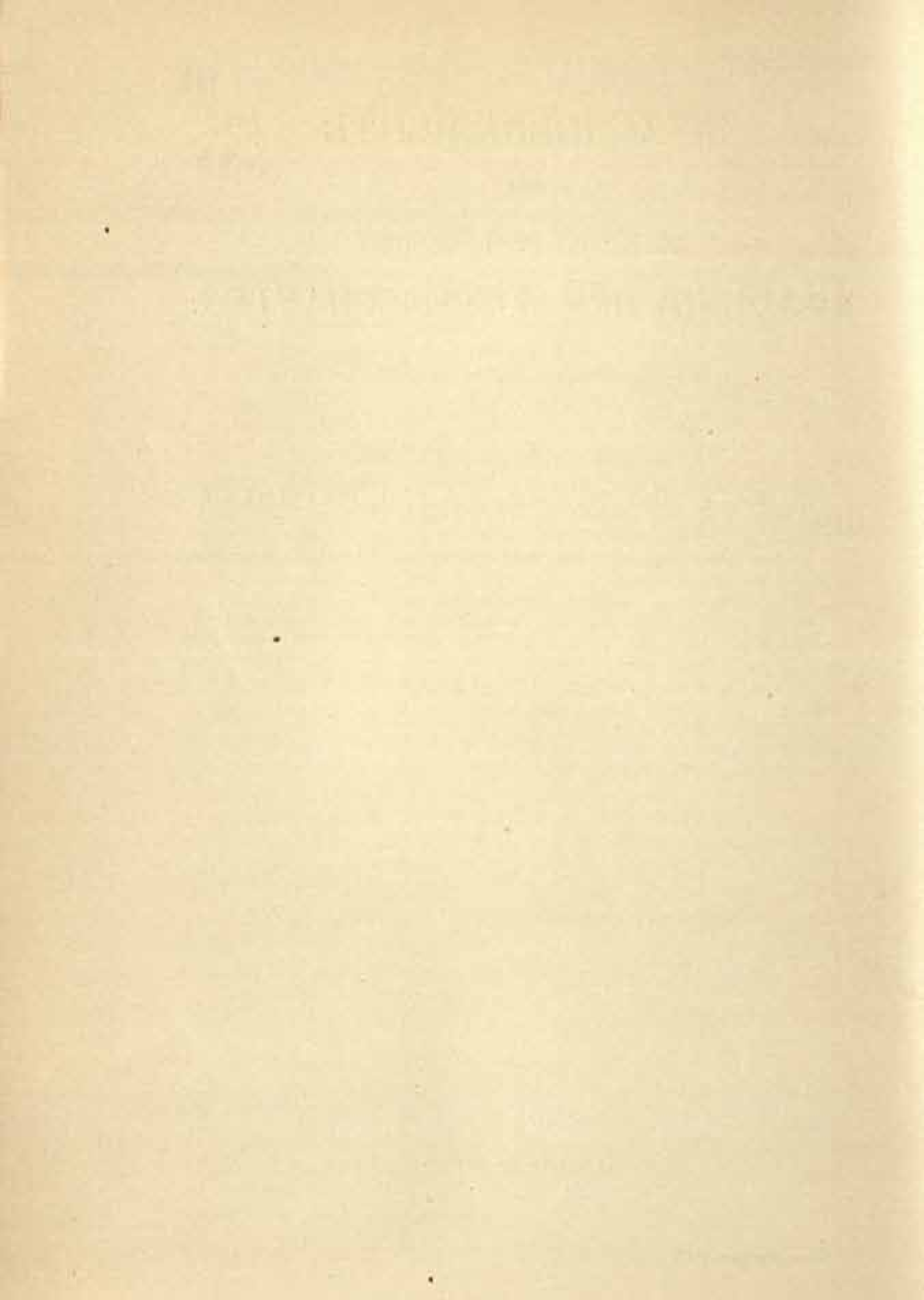
10. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

Hr. Diels las über das erste Buch Philodems Περὶ θεῶν. (Abh.)

Auf Grund einer Rekonstruktion des Textes wurde eine Analyse des Inhaltes der Schrift gegeben.

Ausgegeben am 17. Juni.



1915.

XXX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

10. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Planck.

Hr. Fischer legte vor: Studien über die Allyl-propyl-cyanessigsäure von Emil Fischer und Walter Brieger.

Die bisher unbekannte Allyl-propyl-cyanessigsäure wurde sowohl in racemischer wie in optisch-aktiver Form dargestellt. Bei der Reduktion mit Wasserstoff und Platin verwandelt sich die aktive Säure in die inaktive Dipropyl-cyanessigsäure, was mit der Theorie des asymmetrischen Kohlenstoffatoms in Einklang steht.

Da früher gezeigt wurde, daß beim Übergang der aktiven Äthyl-isopropyl-malonamidsäure in Äthyl-isopropyl-malonsäure ebenfalls die optische Aktivität verschwindet, so ist jetzt auf stereochemischer Grundlage in der Gruppe der Malon- und Cyanessigsäure für je 2 Paare der Verbindungseinheiten des Kohlenstoffs völlige Gleichheit erwiesen.

Auf ähnliche Weise wird man wohl auch noch die beiden Paare zueinander in Beziehung setzen und damit den Beweis für die Gleichheit aller 4 Affinitäten des Kohlenstoffatoms führen können.

Studien über die Allyl-propyl-cyanessigsäure.

Eine neue Prüfung der Theorie des asymmetrischen Kohlenstoffatoms.

Von Emil Fischer und Walter Brieger.

Die optisch aktive Äthyl-isopropyl-malonamidsäure (I) geht bei der Behandlung mit salpetriger Säure in die inaktive Äthyl-isopropyl-malonsäure (II) über[1].

$$\overset{\text{I.}}{\begin{matrix} C_3H_7 \diagdown & & \diagup CONH_2 \\ & C & \\ C_2H_5 \diagup & & \diagdown COOH \end{matrix}} \;\longrightarrow\; \overset{\text{II.}}{\begin{matrix} C_3H_7 \diagdown & & \diagup COOH \\ & C & \\ C_2H_5 \diagup & & \diagdown COOH \end{matrix}}$$

Das ist ein neuer Beweis für die gleiche Bindung der beiden Carboxyle in den Malonsäuren und ihren Derivaten. Um auf ähnliche Weise die Gleichheit der Bindung für die beiden Alkylgruppen zu beweisen, haben wir die Allyl-propyl-cyanessigsäure $\begin{matrix} C_3H_7 \diagdown & & \diagup CN \\ & C & \\ C_3H_5 \diagup & & \diagdown COOH \end{matrix}$ studiert. Ihr Ester wird nach den bekannten Synthesen durch sukzessive Einführung von Propyl und Allyl in den Cyanessigsäureester gewonnen und gibt durch Verseifung ohne Schwierigkeit die Säure, die sich durch das Brucinsalz in die optisch aktiven Formen spalten läßt. Die d-Säure haben wir nun sowohl in essigsaurer wie in alkalischer Lösung durch Wasserstoff und Platin schon bei gewöhnlicher Temperatur leicht reduzieren können, und die hierbei entstehende Dipropyl-cyanessigsäure $\begin{matrix} C_3H_7 \diagdown & & \diagup CN \\ & C & \\ C_3H_7 \diagup & & \diagdown COOH \end{matrix}$ ist optisch völlig inaktiv. Damit ist auch für die beiden Alkyle der Dipropyl-cyanessigsäure volle Gleichheit bewiesen. Wenn man diesen Schluß mit dem obigen Resultat bei der Äthyl-isopropyl-malonsäure kombiniert, so ist innerhalb der Gruppe der Malon- und Cyanessigsäuren für je zwei Paare der vier Kohlenstoffaffinitäten in einfachster Weise Gleichheit gezeigt. Wir werden diese Versuche ausdehnen auf die noch unbekannte Vinyl-äthyl-cyanessigsäure. Ihre aktive Form wird voraus-

---

[1] E. Fischer, Rohde und Brauns, Ann. d. Chem. **402**, 381 (1913).

sichtlich ebenfalls durch Reduktion in inaktive Diäthyl-cyanessigsäure übergehen. Andererseits besteht die Möglichkeit, daß man durch Oxydation daraus Äthyl-cyanmalonsäure gewinnen kann, was ebenfalls einen Verlust der Aktivität zur Folge haben müßte. Wenn dieser Plan durchführbar ist, so würden alle vier Verbindungsstellen des Kohlenstoffatoms zueinander in Beziehung gesetzt und der Beweis für ihre Gleichheit geliefert sein.

Vorläufig haben wir uns überzeugt, daß die Allyl-propyl-cyanessigsäure durch Permanganat leicht oxydiert wird, und daß dabei, wenn auch in ziemlich schlechter Ausbeute, eine zweibasische Säure $C_8H_{11}O_4N$ entsteht, die wahrscheinlich eine Propyl-cyanbernsteinsäure von folgender Struktur ist:

$$HOOC\,.\,CH_2\,.\,C\,(CN)\,(C_3H_7)\,.\,COOH$$

In Übereinstimmung mit dieser Auffassung steht die Beobachtung, daß die durch Oxydation der aktiven Allyl-propyl-cyanessigsäure gebildete zweibasische Säure noch stark optisch aktiv ist.

Eine weitere Umwandlung der Allyl-propyl-cyanessigsäure haben wir beim Erhitzen mit konzentrierter Schwefelsäure festgestellt. Der Versuch wurde ausgeführt in der Absicht, nur die Cyangruppe in die Säureamidgruppe ($-CONH_2$) zu verwandeln, wie es früher bei der Propyl-isopropyl-cyanessigsäure[1] und bei der Äthyl-isopropyl-cyanessigsäure[2] gelungen ist. Der Versuch hat uns aber belehrt, daß durch die Schwefelsäure nicht allein die Cyangruppe, sondern auch die Allylgruppe angegriffen wird; denn das Produkt ist ein neutraler Körper, den wir nach allen seinen Eigenschaften als das Lacton einer Propyloxypropyl-malonamidsäure

$$\begin{array}{l} C_3H_7-C-CO\,.\,NH_2 \\ C_3H_6 \diagup \quad \diagdown CO\,.\,O \\ \quad\lfloor________\rfloor \end{array}$$

betrachten. Die Bildung der Lactongruppe ist unter ähnlichen Bedingungen schon von R. Fittig und seinen Schülern[3] wiederholt beobachtet worden.

Wie aus obigem hervorgeht, ist das Endziel unserer Versuche der Beweis für die Gleichheit der vier Verbindungseinheiten des Kohlenstoffatoms. Dieselbe Aufgabe ist früher ausführlich von Louis Henry[4]

[1] E. Fischer, J. Holzapfel und H. von Gwinner, Ber. d. D. Chem. Ges. **45**, 255 (1912).

[2] E. Fischer, Rohde und Brauns, Ann. d. Chem. **402**, 368 (1913).

[3] Ber. d. D. Chem. Ges. **16**, 373 (1883); **18**, R. 229 (1885); **29**, 1857 (1896).

[4] Bull. Acad. Belg. (Classe d. Sciences) **12** (3. Ser.), 644 (1886), ferner **15**, 333 (1888) und 1906, S. 722.

behandelt worden. Indem er Nitromethan bzw. Cyanomethan (Acetonitril) auf vier verschiedenen Wegen darstellte und stets das gleiche Produkt erzielte, glaubte er die Identität der vier Verbindungseinheiten des Kohlenstoffs bewiesen zu haben. Aber die für ihre Zeit so verdienstvolle Untersuchung kann heute nicht mehr als beweiskräftig angesehen werden schon allein deshalb, weil Henry Substitutionen an dem zentralen Kohlenstoffatom ausführte und dabei, wie wir jetzt durch die Erfahrungen bei der Waldenschen Umkehrung wissen, sehr häufig ein Wechsel der Konfiguration eintritt[1]. Diese Schwierigkeit fällt weg bei den von uns angewandten milden Reaktionen, die ohne Substitution am zentralen Kohlenstoffatom und bei niedriger Temperatur verlaufen, und wir werden uns deshalb bemühen, die Untersuchung in dem oben angedeuteten Sinne zu Ende zu führen.

Propyl-cyanessigsäureester.

Das von P. Henry[2] aus Natrium-cyanessigsäureester hergestellte Präparat ist ein Gemisch von Mono- und Dipropylverbindung, gerade so wie es J. C. Hessler[3] für den Äthyl-cyanessigsäureester nachgewiesen hat. Zur Isolierung der Monoverbindung haben wir deshalb auch das von Hessler bei dem Äthylderivat angewandte Verfahren benutzt[4].

Für die praktische Darstellung des Rohesters ist Propylbromid wegen der Billigkeit dem von Henry angewandten Jodid vorzuziehen. Benutzt man die Vorschrift von E. Fischer und Flatau[5] für die Bereitung des Isopropyl-cyanessigsäureesters, so beträgt die Ausbeute an rohem Propyl-cyanessigsäureester etwa 90 Prozent der Theorie. Die Reaktion verläuft erheblich schneller als bei der Isopropylverbindung und ist auf dem Wasserbade nach etwa 1/2 Stunde beendet.

---

[1] Bedenken gegen den Beweis von Henry sind schon geäußert worden, z. B. von P. Jacobson, Lehrbuch der organischen Chemie, 2. Aufl., 1907, Bd. I 1, S. 68.

[2] Jahresbericht 1889, 638; Bull. Acad. Belg. [3]. 18, 670 (1889).

[3] Am. Chem. Journ. 22, 169 (1899).

[4] Der große Unterschied in der Verseifbarkeit bei den Mono- und Dialkylmalonestern ist meines Wissens zuerst von Edv. Hjelt (Ber. d. D. Chem. Ges. 29, 110 und 1864 [1896]) genauer studiert und mit sterischen Betrachtungen verknüpft worden. Für die Derivate des Cyanessigesters ist dann von Hessler dasselbe beobachtet und zur Trennung von Mono- und Dialkylverbindungen benutzt worden. Erst viel später hat A. Michael darauf hingewiesen, daß man diese Verschiedenheit auch zur Darstellung von reinen Alkyl-acetessigestern (Ber. d. D. Chem. Ges. 38, 2093 [1905]) und von reinen Alkylmalonestern (Journ. f. prakt. Chemie [2] 72, 537 [1905]) verwerten kann. Hr. Michael hat bei dieser Gelegenheit meine Ausführungen über den Einfluß der Salzbildung auf die Verseifbarkeit von Amiden und Estern bestritten. Ich hoffe bald an anderer Stelle zeigen zu können, daß diese Kritik weit über das Ziel hinausschießt.

E. Fischer.

[5] Ber. d. D. Chem. Ges. 42, 2983 (1909).

Zur Umwandlung in die Propyl-cyanessigsäure werden 375 g Rohester mit 300 ccm Äther vermischt und mit 1500 ccm 2n-Natronlauge bei Zimmertemperatur 1/2 Stunde kräftig durchgeschüttelt, wobei sich die Flüssigkeit mäßig erwärmt. Der Dipropyl-cyanessigsäureester bleibt dabei unverseift in der ätherischen Schicht. Die abgetrennte alkalische Lösung wird mit Schwefelsäure übersättigt, das ausgeschiedene Öl ausgeäthert, die ätherische Lösung mit Wasser gewaschen, getrocknet, verdampft und der Rückstand im Hochvakuum destilliert. Die Propyl-cyanessigsäure ging unter etwa 0.2 mm Druck und bei 140—145° Badtemperatur als farbloses Öl bei 125—130° über. Ausbeute 150 g.

Zur Rückverwandlung in den Äthylester wurden die 150 g Säure mit Wasser übergossen und durch Ammoniak möglichst genau neutralisiert, die Lösung dann auf 0° abgekühlt und rasch mit einer kalten Lösung von überschüssigem Silbernitrat versetzt. Das sofort ausfallende kristallinische Silbersalz muß farblos sein. Es wird scharf abgenutscht, mit kaltem Wasser, dann mit Alkohol und zuletzt mit Äther gewaschen. Ausbeute etwa 260 g. Es wurde mit 500 g Jodäthyl (Überschuß wegen der starken Erwärmung) am Rückflußkühler behandelt, der Ester nach Beendigung der bald einsetzenden Reaktion mit Äther ausgelaugt und nach Verdampfen des Äthers und Jodäthyls unter 15 mm destilliert. Siedepunkt bei 15 mm gegen 105—110°, bei 755 mm 222—223° (korr.). Ausbeute 146 g.

0.1446 g Subst. gaben 0.3290 g CO_2 und 0.1103 g H_2O
0.1503 g » » 12.0 ccm Stickstoff (bei 18° und 760 mm)
$C_8H_{13}O_2N$ (155.11) Ber. C 61.89, H 8.45, N 9.03
Gef. C 62.05, H 8.54, N 9.24.

dl-Allyl-propyl-cyanessigsäure.

$$\begin{matrix} CH_3.CH_2.CH_2 \\ CH_2{=}CH.CH_2 \end{matrix} \!>\! C \!<\! \begin{matrix} CN \\ COOH \end{matrix}$$

Zu einem Gemisch von 145 g Propyl-cyanessigsäureester und einer Lösung von 21.6 g (1 Mol.) Natrium in 500 ccm Alkohol wurden langsam 200 g frisch über molekularem Silber destilliertes Allyljodid gegeben. Die Temperatur stieg sofort und wurde durch Abkühlen auf 50—60° gehalten. Aus dem bald neutral reagierenden Gemisch wurden der Alkohol und das überschüssige Allyljodid durch Abdampfen unter vermindertem Druck vollständig entfernt, der Rückstand mit 1500 ccm Wasser aufgenommen und das abgeschiedene Öl ausgeäthert. Der nach dem Trocknen und Abdampfen des Äthers zurückbleibende

Ester destilliert unter 15—20 mm bei 125—130° als farbloses Öl von eigenartigem Geruch. Ausbeute 153 g oder 83 Prozent der Theorie. Siedet unter 752 mm bei 241—242° (korr.). Mehrere Analysen des Präparats haben keine ganz scharf stimmenden Werte, sondern 0.4 bis 0.5 Prozent Kohlenstoff zuviel ergeben.

Zur Verseifung wurden 145 g Ester mit einer filtrierten Lösung von 125 g Ätzkali in 125 ccm Wasser und 1 l Alkohol 4 Stunden am Rückflußkühler gekocht, dann der Alkohol unter vermindertem Druck abdestilliert, der Rückstand in 1 l Wasser gelöst, mit überschüssiger Schwefelsäure angesäuert und das abgeschiedene Öl ausgeäthert. Nach dem Trocknen und Abdampfen des Äthers wurde das schwachgelbe Öl zweimal im Hochvakuum (0.15 mm) fraktioniert. Die Hauptmenge ging ziemlich konstant bei 129—130° als farbloses, zähes Öl von sehr schwachem, eigenartigem Geruche über. Zur völligen Reinigung wurde die Säure in verdünnter Natriumkarbonatlösung gelöst und von einer hinterbleibenden geringen flockigen Trübung durch Ausäthern befreit. Nach dem Ansäuern der alkalischen Lösung wurde das abgeschiedene Öl ausgeäthert und der Äther im Vakuum abgedampft. Ausbeute 92.3 g oder 74 Prozent der Theorie (ber. auf den Ester).

I. 0.1215 g Substanz: 0.2874 g CO_2, 0.0853 g H_2O
II. 0.1516 » » 0.3584 » CO_2, 0.1079 » H_2O
III. 0.1270 » » 0.2096 » CO_2, 0.0897 » H_2O
0.1588 » » 11.7 ccm Stickstoff (bei 16.5° und 751 mm)

$C_9H_{13}O_2N$ (167.11) Ber. C 64.63, H 7.84, N 8.38
Gef. I. C 64.51, H 7.86,
II. C 64.48, H 7.96,
III. C 64.34, H 7.90, N 8.48

$d_4^{18} = 1.102$ (in flüssigem Zustand).

Die Säure kristallisiert nach längerem Stehen im Exsikkator, sofort beim Impfen oder nach dem Eintauchen in flüssige Luft in langen, farblosen Nadeln, die später eine durchscheinende, farblose Masse bilden. Sie wird schon durch den Wassergehalt der Luft rasch verflüssigt, ohne jedoch beträchtlich an Gewicht zuzunehmen. Der Schmelzpunkt war nicht scharf. Er lag zwischen 25 und 35°. Ob diese Unsicherheit durch Verunreinigungen des Präparats oder durch die razemische Natur der Säure bedingt waren, können wir nicht sagen. Die Säure ist in kaltem Wasser sehr schwer, in heißem leichter löslich, wird dagegen von den gewöhnlichen organischen Solventien, auch Petroläther, leicht gelöst. Ihr Bleisalz bildet farblose, in kaltem Wasser schwer lösliche Nadeln. Das Ammoniumsalz, erhalten durch Einleiten von Ammoniak in die ätherische Lösung der Säure, kristalli-

siert in feinen, farblosen Nädelchen. Das Silbersalz wird in Form feiner, langer, farbloser Nadeln erhalten, wenn man zu der wäßrig-alkoholischen Lösung der Säure eine möglichst neutrale ammoniakalische Lösung von Silbernitrat zugibt. Es läßt sich aus heißem Wasser umkristallisieren.

Die verdünnte ammoniakalische Lösung der Säure gibt mit Calciumchlorid beim Erwärmen eine farblose, kristallinische Fällung; die wäßrig-alkoholische Lösung wird durch Ferrichlorid rotbraun gefärbt. Die Lösung der Säure in Natriumkarbonat entfärbt sofort Permanganat.

Dipropyl-cyanessigsäure.

$$\begin{matrix} CH_3.CH_2.CH_2 & & CN \\ & C & \\ CH_3.CH_2.CH_2 & & COOH \end{matrix}$$

Der Äthylester, der bereits von Conrad[1] in reinem Zustand beschrieben worden ist, entsteht als Nebenprodukt bei der oben angegebenen Darstellung des Monopropylderivats und bildet etwa 30 Prozent des Rohesters. Er findet sich in der ätherischen Lösung nach der Behandlung mit Alkali, zunächst allerdings verunreinigt durch kleine Mengen der Monopropylverbindung. Um diese zu entfernen, benutzten wir die von E. Fischer und A. Dilthey[2] für ähnliche Fälle empfohlene Behandlung mit Ammoniak, die auch Conrad bei seinem Präparat schon angewandt hat. Aus 118 g Rohester wurden so 100 g reiner, destillierter Dipropyl-cyanessigsäureester gewonnen. Die Verseifung geschah genau so, wie oben bei dem Allyl-propyl-cyanessigsäureester beschrieben ist. Bei der Destillation im Hochvakuum (0.15—0.2 mm) ging die Säure gegen 135—140° als farbloses Öl über, das bei langem Stehen, starkem Abkühlen oder Impfen kristallisierte. Ausbeute etwa 90 Prozent der Theorie.

Zur völligen Reinigung eignet sich am besten das kristallisierte Hydrat. Es entsteht schon bei längerer Berührung der flüssigen Säure mit feuchter Luft oder kaltem Wasser. Am besten bereitet man es durch Lösen der Säure in 50—70 Teilen heißem Wasser und Abkühlen. Zuerst scheiden sich Öltropfen ab, die aber nach einiger Zeit, besonders beim Impfen, in farblose, langgestreckte, teils rhombenähnliche, teils sechsseitige Tafeln übergehen. Im Kapillarrohr beginnen sie bei 45° zu sintern und schmelzen bei 49—50° zu einer farblosen Flüssigkeit. Im Vakuumexsikkator über Phosphorpentoxyd zerfließen sie rasch schon bei gewöhnlicher Temperatur unter Abgabe

[1] Ann. d. Chem. **340**, 319 (1905).
[2] Ber. d. D. Chem. Ges. **35**, 851 (1902).

von Wasser. Sie enthalten ein Mol. Wasser. Zu seiner Bestimmung wurde die lufttrockene Substanz bei 0.5 mm und 36° über Pentoxyd getrocknet.

0.1512 g Substanz verloren 0.0150 Wasser
0.2002 g » » 0.0204 »

$C_9H_{15}O_2N$, H_2O (187.15) Ber. H_2O 9.63
Gef. H_2O 9.92, 10.19.

Die getrocknete ölige Säure gab folgende Zahlen:

0.1266 Substanz gaben 0.2972 CO_2 und 0.1023 H_2O
0.1655 » 12.1 cm³ Stickstoff (bei 16.5° und 742 mm)
$C_9H_{15}O_2N$ (169.13) Ber. C 63.86, H 8.94, N 8.28
Gef. C 64.02, H 9.04, N 8.30
d_4^{18} (in flüssigem Zustande) = 0.988.

Beim starken Abkühlen wird die Säure fest und bildet dann eine ziemlich harte, farblose Kristallmasse vom Schmelzpunkt 33—34° (korr.).

Das Ammoniumsalz fällt aus der ätherischen Lösung beim Einleiten von Ammoniak in farblosen Nädelchen. Es wird durch einen Überschuß von Ammoniak in erheblicher Menge gelöst, fällt aber beim Verdunsten wieder aus. Das Silbersalz ist ebenfalls kristallinisch und löst sich in heißem Wasser erheblich schwerer als das Salz der Allyl-propyl-cyanessigsäure. Die Lösung der Säure in Natriumkarbonat entfärbt kein Permanganat und ist dadurch leicht von der Allylverbindung zu unterscheiden. Charakteristisch ist das eben erwähnte Hydrat.

Spaltung der dl-Allyl-propyl-cyanessigsäure in die optischen Isomeren.

Sie gelingt am besten mit Brucin in wäßriger Lösung, wobei zuerst das Salz der d-Verbindung kristallisiert, während aus den Mutterlaugen das l-Salz gewonnen werden kann. Die völlige Reinigung durch Kristallisation ist aber recht schwierig. Wir haben deshalb noch das Morphinsalz zu Hilfe genommen.

Bei Anwendung von Cinchonin kristallisiert aus Wasser zuerst das Salz der l-Säure, aber auch in ziemlich unreinem Zustand.

Für die Versuche in größerem Maßstabe diente folgendes Verfahren. 150 g dl-Säure und 420 g wasserfreies Brucin werden in 2250 ccm heißem Wasser gelöst. Beim langsamen Abkühlen kristallisieren lange, farblose Nadeln. Nach 24stündigem Stehen im Eisschrank werden sie abgesaugt, mit eiskaltem Wasser gewaschen, ab-

gepreßt und dann noch zweimal, zuerst aus 250, dann aus 200 ccm heißem Wasser umkristallisiert. Ausbeute 130 g exsikkatortrockenes Salz.

Dieses Salz ist noch nicht rein, denn die daraus bereitete Säure zeigte, in n-Natronlauge gelöst, im besten Falle $[\alpha]_D^{16} = +11.9°$. Da erneutes Umkristallisieren nur geringe Wirkung hatte, so haben wir die weitere Reinigung mit dem Morphinsalz ausgeführt.

Zu dem Zweck wird zunächst die freie Säure in folgender Weise dargestellt. Man suspendiert 120 g fein zerriebenes Brucinsalz in 1500 ccm kaltem Wasser und fügt 240 ccm 5n-Salzsäure und etwa 300 ccm Äther zu. Beim kräftigen Schütteln ist das Salz rasch zerlegt und die Fettsäure in den Äther übergegangen. Die ätherische Lösung wird noch zweimal etwa 15 Minuten mit 5n-Salzsäure durchgeschüttelt, um alles Brucin zu entfernen, dann mit Wasser gewaschen und der Äther verdampft. Die sämtlichen Mutterlaugen müssen nochmals ausgeäthert werden, um Verluste an organischer Säure zu vermeiden.

Zur Bereitung des Morphinsalzes haben wir 20 g der Allyl-propyl-cyanessigsäure ($[\alpha]_D^{16} = +11.9°$ in n-Natronlauge) und 34.1 g Morphin mit 400 ccm Wasser übergossen, wobei eine lebhafte, strudelähnliche Bewegung zu beobachten ist, die von der Einwirkung der ölig werdenden Säure auf die Base herrührt. Beim Erwärmen tritt völlige Lösung ein, und beim Abkühlen scheidet sich das Morphinsalz rasch kristallinisch aus. Es wurde aus 300 ccm Wasser unter Zusatz von wenig Tierkohle umkristallisiert. Es bildet farblose, derbe Prismen, welche etwas Wasser enthalten, das im Hochvakuum rasch entweicht. Ausbeute 30 g.

Die aus einer Probe des Salzes isolierte Säure zeigte, in n-Natronlauge gelöst, $[\alpha]_D^{16} = +16.52°$. Die Hauptmenge des Salzes wurde dann noch zweimal aus 150 bzw. 130 ccm Wasser umkristallisiert, wobei die Ausbeute auf 20 g zurückging. Zur Umwandlung in die freie Säure diente dasselbe Verfahren wie beim Brucinsalz, nur wurde die Salzsäure durch Schwefelsäure ersetzt. Das Drehungsvermögen der freien Säure war dann auf $[\alpha]_D^{16} = +16.74$ gestiegen. Offenbar läßt sich also durch weiteres Umkristallisieren des Morphinsalzes kaum noch eine reinere Säure gewinnen. Wir konnten auch wegen der großen Verluste den Versuch nicht weiter treiben und müssen es selbstverständlich unentschieden lassen, ob damit der Endwert der Drehung schon erreicht ist. Die so erhaltene

d-Allyl-propyl-cyanessigsäure

bleibt beim Verdampfen der ätherischen Lösung als völlig kristallinische Masse zurück, die aus farblosen, makroskopischen Nadeln oder Prismen vom Schmelzpunkt 42° (korr.) besteht. Unter 0.5 mm sublimiert sie schon bei 36°, allerdings sehr langsam. Sie ist der dl-Säure in den Lösungsverhältnissen sehr ähnlich und verflüssigt sich wie diese in Berührung mit Wasser. Die alkalische Lösung dreht ziemlich stark nach rechts; Überschuß des Alkalis sowie Verdünnung mit Wasser setzen das Drehungsvermögen herab.

Für die genaue Bestimmung diente die Lösung in n-Natronlauge:

$$[\alpha]_D^{16} = \frac{+1.55° \times 11.3638}{1 \times 1.0118 \times 1.040} = +16.74°.$$

In möglichst genau neutralisierter Lösung betrug die Drehung:

$$[\alpha]_D^{21} = \frac{+2.57° \times 2.7736}{1 \times 0.3769 \times 1.038} = +18.22°.$$

Eine zweite Bestimmung ergab:

$$[\alpha]_D^{21} = \frac{+2.65° \times 1.8302}{1 \times 0.2501 \times 1.036} = +18.72°.$$

0.8195 g dieser Lösung wurden mit Wasser verdünnt. Gesamtgewicht 1.7632 g; $\alpha_D = +1.12°$; $d = 1.0145$. Also $[\alpha]_D^{21} = +17.38°$.

In Eisessig zeigte dieselbe Säure die Drehung:

$$[\alpha]_D^{22} = \frac{+0.76° \times 2.3757}{1 \times 0.2161 \times 1.048} = +7.97°.$$

Für die Analyse war im Hochvakuum bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet.

0.1486 g Substanz gaben 0.3520 CO_2 und 0.1044 H_2O
0.1182 g » » 0.2804 CO_2 » 0.0840 H_2O
0.1648 g » » 11.8 cm³ N bei 16° und 756 mm
$C_9H_{13}O_2N$ (167.11) Ber. C 64.63 H 7.84 N 8.38
Gef. C 64.60; 64.70 H 7.86; 7.95 N 8.32.

Zur Darstellung der Säure aus der dl-Verbindung kann auch direkt das Morphinsalz dienen. Da aber die Verluste hier noch größer waren, haben wir die Kombination von Brucin- und Morphinsalz vorgezogen.

l-Allyl-propyl-cyanessigsäure.

Wenn die wäßrigen Mutterlaugen, die bei der Darstellung des Brucinsalzes der d-Säure aus dem Racemkörper resultieren, wochenlang stehenbleiben, so scheiden sich neben den Nadeln des d-Salzes ziemlich große, manchmal fächer- oder drusenförmig vereinigte farblose Tafeln ab, die sich mit einiger Mühe mechanisch auslesen lassen. Bequemer ist es, das Gemisch der Salze mit der Mutterlauge kräftig zu schütteln, und die hierbei zerbrechenden Nadeln des d-Salzes durch Abschlämmen von den Tafeln des l-Salzes zu trennen. Aus dem so bereiteten Brucinsalz konnten wir direkt eine Säure gewinnen, die in n-Natronlauge $[\alpha]_D^{19} = \frac{-2.25^\circ \times 2.9870}{1 \times 0.4081 \times 1.044} = -15.77^\circ$ zeigte. Sie war also optisch annähernd so rein wie die beste, über das Morphinsalz gereinigte d-Säure. Der Schmelzpunkt war aber hier nicht so scharf und auch niedriger als bei der d-Säure.

Wie schon erwähnt, läßt sich die l-Säure auch direkt aus dem Racemkörper durch das Cinchoninsalz erhalten, aber die Reinigung erfordert dann viel häufigere Kristallisation.

Verwandlung der d-Allyl-propyl-cyanessigsäure in optisch inaktive Dipropyl-cyanessigsäure.

Die Reduktion der Allylverbindung mit Wasserstoff und Platinmohr gelingt sowohl in Eisessig wie in alkalischer Lösung. Da das Drehungsvermögen der letzteren viel größer ist als dasjenige der essigsauren, so ist der Versuch mit ihr am beweiskräftigsten, und wir wollen ihn allein ausführlich beschreiben.

Die Operation wurde in dem Apparat ausgeführt, den Kurt Hess[1] für einen ähnlichen Zweck angegeben hat. Die Lösung war bereitet aus 1.0118 g reinster d-Allyl-propyl-cyanessigsäure und 10 ccm n-Natronlauge. Das Gesamtgewicht betrug 11.3638 g; d = 1.040; Drehung bei 16° im 1-dm-Rohr + 1.55°. Mithin $[\alpha]_D^{16} = +16.74^\circ$. Von dieser Lösung wurden 8 ccm in den Hessschen Kolben eingefüllt, die Luft verdrängt, dann in dem Aufsatz 0.1 g Platinmohr (bereitet nach Loew) und 0.2 ccm Wasser mit Wasserstoff gesättigt und zu der alkalischen Lösung zufließen gelassen und nun mit Wasserstoff bei 16° geschüttelt. Nach zwei Stunden waren 113 ccm absorbiert und die Reaktion beendet. Nachdem noch 0.2 g Platinmohr in derselben Weise zugefügt waren, fand bei halbstündigem Schütteln kein Verbrauch von Wasserstoff mehr statt. Die vom Platinmohr abfiltrierte farblose Flüssigkeit

[1] Ber. d. D. Chem. Ges. **46**, 3120 (1913).

zeigte jetzt im 1-dm-Rohr keine Drehung mehr, unter Bedingungen, wo eine Drehung von 0.02° der Beobachtung nicht hätte entgehen können. Mit der optischen Aktivität war auch die Wirkung auf Permanganat verschwunden.

Aus der alkalischen Lösung wurde die Dipropyl-cyanessigsäure durch Ansäuern und Ausäthern isoliert und durch Umlösen aus Wasser in der zuvor beschriebenen Weise in das charakteristische Hydrat verwandelt. Dieses begann im Kapillarrohr bei 45° zu sintern und schmolz bei 49—51° (korr.).

0.1891 lufttr. Substanz verloren in 4 Stunden bei 18° (3 mm) über P_2O_5 0.0179 g H_2O = 9.47 Prozent (Ber. 9.63 Prozent)
0.1698 g wasserfreie Substanz gaben 0.3963 CO_2 und 0.1363 H_2O

Ber. C 63.86, H 8.94
Gef. C 63.65, H 8.98.

Die Reduktion in Eisessiglösung wurde in derselben Weise ausgeführt. Sie geht erheblich rascher vonstatten und führt zum selben Resultat. Nur ist der Versuch in optischer Beziehung nicht so überzeugend, weil das Drehungsvermögen der essigsauren Lösung der aktiven Allylverbindung viel geringer ist.

Verwandlung der dl-Allyl-propyl-cyanessigsäure in das Lacton der Propyl-oxypropyl-malonamidsäure.

Der Versuch wurde sowohl mit der destillierten wie mit der rohen Allyl-propyl-cyanessigsäure ausgeführt und gab ungefähr dasselbe Resultat.

Übergießt man 20 g rohe Allyl-propyl-cyanessigsäure mit 100 ccm konzentrierter Schwefelsäure, so löst sie sich unter ziemlich starker Erwärmung. Die Mischung wurde im siedenden Wasserbad 4 Stunden erhitzt, nach dem Abkühlen auf 250 g Eis gegossen und die wäßrige Flüssigkeit etwa achtmal mit 150 ccm Äther ausgeschüttelt. Der Rückstand der über Natriumsulfat getrockneten und verdampften Ätherlösung (11—12 g) kristallisierte beim Stehen im Vakuumexsikkator zum größten Teil. Durch mehrmaliges Umfällen aus Äther mit Petroläther wurde er, allerdings mit erheblichem Verluste, annähernd analysenrein erhalten.

0.1292 g Substanz (im Vakuumexsikkator getrocknet) gaben 0.2780 g CO_2 und 0.0954 g H_2O; 0.1450 g Substanz 9.8 ccm N (15°, 742 mm über 33prozentiger Kalilauge).

		C	H	N
	Gef.	58.68	8.26	7.74
$C_9H_{15}NO_3$ (185.13)	Ber.	58.34	8.17	7.57

Diese Substanz schmolz bei 93—94° zu einer farblosen Flüssigkeit. Als sie einige Zeit im Ölbad erst auf 120°, dann auf 200° erhitzt war, wobei etwas Kohlensäure entwich, und dann zweimal aus Wasser mit Tierkohle umkristallisiert wurde, schmolz sie nach geringem Sintern bei 96—97°.

0.1984 g lufttr. Substanz: 12.7 ccm N (13°, 756 mm über 33prozentiger Kalilauge)

0.1998 g Substanz: 0.4290 g CO_2 und 0.1469 g H_2O

Ber. C 58.34 H 8.17 N 7.57
Gef. 58.5 68.23 7.53

Die Substanz kristallisiert aus Wasser in hübschen, sechsseitigen Platten. Sie löst sich recht leicht in kochendem Wasser, sehr leicht in kaltem Alkohol, Essigäther, Aceton, Chloroform, leicht in kaltem Benzol, heißem Ligroin und heißem Schwefelkohlenstoff. Die wäßrige Lösung reagiert schwach sauer auf Lackmus.

Verhalten gegen Alkali: Von Alkali wird das Lacton leicht angegriffen, wobei auch die Amidgruppe rasch in Reaktion tritt; denn es genügt, das Lacton in kaltem $\frac{n}{10}$-Alkali zu lösen und einige Stunden stehenzulassen, um einen deutlichen Ammoniakgeruch zu erhalten. Der Versuch, die Lactongruppe titrimetrisch nachzuweisen, hat deshalb nur ein annäherndes Resultat gegeben. Erwärmt man mit Alkali, so wird die Amidgruppe ganz verseift, und es entsteht zunächst eine zweibasische Säure, wie folgender Versuch zeigt:

0.5032 g Lactonamid wurden mit 10 ccm n-Natronlauge einige Minuten auf dem Wasserbad erwärmt, wobei sofort starker Ammoniakgeruch auftrat, dann das Ammoniak weggekocht und nochmals eine Viertelstunde auf dem Wasserbad erhitzt. Nachdem der Rest des Ammoniaks wieder durch kurzes Aufkochen entfernt war, ergab die Titration der abgekühlten Lösung mit n-Salzsäure und Phenolphtalein, daß 5.29 ccm n-Alkali durch die neu entstandene Säure abgesättigt waren, während nach der Rechnung für eine zweibasische Säure (vermutlich Propyl-oxypropyl-malonsäure) 5.44 ccm n-Alkali nötig sind.

Übersättigt man die alkalische Lösung mit Salzsäure in der Kälte, so bleibt sie anfangs klar, aber nach kurzer Zeit trübt sie sich, falls sie nicht zu verdünnt ist, durch Ausscheidung eines Öles, das sich leicht ausäthern läßt. Wir haben es bisher nicht kristallisiert erhalten. Aber die Analyse des Calciumsalzes deutet darauf hin, daß es eine Lactonsäure, also das Lacton der Propyl-oxypropyl-malonsäure ist.

Zur Bereitung des Calciumsalzes wurde der beim Verdampfen des Äthers verbleibende ölige Rückstand mit einem mäßigen Überschuß von 2 n-Calciumchloridlösung und einer zur Neutralisation ausreichenden

Menge von Ammoniak übergossen. In der Regel bilden sich sehr bald farblose, flache, langgestreckte Kristalle, die auch beim Aufkochen unverändert bleiben. Sie wurden nach dem Abkühlen in Eis abgesaugt und mit eiskaltem Wasser gewaschen. Sie waren frei von Stickstoff. Nach kurzem Trocknen unter 15 mm bei 20° über Phosphorpentoxyd enthielt das Salz 2 Mol. Wasser, die bei 56° und 1 mm Druck rasch entwichen.

0.1459 g Substanz verloren 0.0114 an Gewicht; 0.2569 g Substanz verloren 0.0199 g.

Gef. H_2O 7.83 7.75
$(C_9H_{13}O_4)_2Ca + 2\,H_2O$ (446.31) Ber. H_2O 8.07.

Der Calciumgehalt des getrockneten Salzes paßte auf die erwartete Formel $(C_9H_{13}O_4)_2Ca$

0.1330 g Substanz gaben 0.0184 g CaO
0.2362 g » » 0.0331 g CaO
Gef. Ca 9.89 10.02
$(C_9H_{13}O_4)_2Ca$ (410.28) Ber. 9.77.

Eine weitere Untersuchung der Säure lag außerhalb des Rahmens dieser Arbeit.

Oxydation der dl-Allylpropyl-cyanessigsäure: dl-α, α-Propyl-cyanbernsteinsäure (?)

5 g dl-Allylpropyl-cyanessigsäure (Rohprodukt) wurden in Wasser mit einem mäßigen Überschuß von Natriumkarbonat gelöst, mit Eis versetzt und eine kalte Lösung von 16 g Kaliumpermanganat in 400 ccm Wasser allmählich in kleinen Portionen zugefügt. Zuerst fand schon bei 0° sofortige Entfärbung des Permanganats und nach kurzer Zeit auch Abscheidung von Braunstein statt. Als aber etwa die für 2 Atome Sauerstoff berechnete Menge verbraucht war, wurde die Reaktion wesentlich träger. Wir haben deshalb von nun an die Flüssigkeit auf etwa 40° erwärmt und nach Zugabe der ganzen Permanganatlösung noch 3 Stunden bei dieser Temperatur gehalten. Da die Flüssigkeit jetzt noch die Farbe des Permanganats zeigte, so wurde dieses durch Zusatz von wenig Alkohol zerstört, dann vom Braunstein abgesaugt, mit Schwefelsäure übersättigt und wiederholt ausgeäthert. Die ätherische Lösung roch stark nach niederen Fettsäuren. Beim Verdampfen unter vermindertem Druck hinterließ sie ein gelbliches Öl, das im Vakuumexsikkator bald eine reichliche Menge von mikroskopischen, flächenreichen Kristallen ausschied. Diese wurden nach 24 Stunden stark abgepreßt. Das so erhaltene farblose Kristallpulver, dessen Menge

1.4 g betrug, wurde zur Reinigung zweimal in 15 ccm Äther gelöst und durch allmählichen Zusatz von Petroläther wieder abgeschieden. Die Säure wird so als harte, an den Wänden festsitzende Kristallkruste erhalten. An der Luft getrocknet, verlor sie bei 36° im Hochvakuum kaum mehr an Gewicht.

0.1483 g Substanz gaben 0.2836 g CO_2 und 0.0819 g H_2O
0.1723 g » » 0.3296 g CO_2 » 0.0948 g H_2O
0.3894 g » entsprachen 22.5 ccm $\frac{n}{10}$-Ammoniak (nach Kjeldahl)

$C_8H_{11}O_4N$ (185.10)	Ber.	C 51.86	H 5.99	N 7.57
	Gef.	52.16 52.17	6.18 6.16	8.09

Die Säure ist zweibasisch: 0.1389 g Substanz verbrauchten bei der Titration mit Phenolphthalein 14.5 ccm $\frac{n}{10}$-Natronlauge, während 15.01 ccm berechnet sind. Die Säure schmilzt beim raschen Erhitzen im Kapillarrohr gegen 123° (korr.) unter starkem Aufschäumen zu einer farblosen Flüssigkeit. Sie ist leicht löslich in Wasser, Alkohol und Aceton, Äther und Essigäther, dagegen recht schwer in Benzol und Chloroform. Versetzt man die nicht zu verdünnte ammoniakalische Lösung der Säure mit Chlorcalcium, so entsteht beim Erwärmen ein hübsch kristallisierender Niederschlag.

Wie schon erwähnt, ist die Struktur der Säure nur aus der Bildungsweise abgeleitet. Wir halten es aber für nötig, daß sie noch durch andere Synthesen geprüft wird und haben deshalb in der Überschrift den Namen mit einem Fragezeichen versehen.

Oxydation der d-Allyl-propyl-cyanessigsäure.

1 g reinste d-Allyl-propyl-cyanessigsäure wurde in Wasser und etwas mehr als der nötigen Menge Kalilauge gelöst und allmählich bei 0° mit einer Lösung von 3.1 g Kaliumpermanganat in 100 ccm Wasser versetzt. Zur Vollendung der Reaktion blieb die Mischung 5 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur stehen. Die Weiterverarbeitung geschah wie bei der dl-Säure. Der beim Verdampfen der ätherischen Lösung zurückbleibende Sirup schied bald mikroskopische Nadeln oder Prismen ab, die sich von den kurzen, derben Formen der inaktiven Substanz deutlich unterschieden. Die Ausbeute war auch hier gering, sie betrug nur 0.27 g. Das zweimal aus Äther mit Petroläther abgeschiedene farblose und hübsch kristallisierende Präparat wurde für die Analyse im Hochvakuum bei Zimmertemperatur getrocknet.

0.1164 g Substanz gaben 0.2227 g CO_2 und 0.0627 g H_2O

$C_8H_{11}O_4N$ (185.10)	Ber.	C 51.86,	H 5.99
	Gef.	52.18,	6.03.

Für die mikropolarimetrische Bestimmung diente die wäßrige Lösung:

$$[\alpha]_D^{18} = \frac{-0.46^\circ \times 0.26092}{0.5 \times 1.009 \times 0.00743} = -32.0^\circ.$$

Die aktive Säure schmolz gerade so wie der Racemkörper unter starkem Aufschäumen gegen 123° (korr.) und zeigte auch ganz ähnliche Löslichkeitsverhältnisse. Nur das Calciumsalz scheint wesentlich leichter löslich zu sein. Es verdient bemerkt zu werden, daß die Säure ebenso wie der Racemkörper beim Aufbewahren nach mehreren Monaten zum Teil zersetzt war.

Wir betrachten die Säure als die aktive Form der α, α-Cyanpropylbernsteinsäure und glauben, daß hier die Bildungsweise für die Beurteilung der Struktur noch maßgebender ist, da das angewandte Material, die d-Allyl-propyl-cyanessigsäure, durch die häufige Kristallisation des Brucin- und Morphinsalzes besonders sorgfältig gereinigt war.

Schließlich sagen wir Hrn. Dr. Max Bergmann für die wertvolle Hilfe, die er bei obigen Versuchen leistete, besten Dank.

Ausgegeben am 17. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1915.
XXXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

17. Juni. Gesamtsitzung.

Vorsitzender Sekretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Hirschfeld las als Fortsetzung früherer Mitteilungen (Sitzungsberichte 1912 S. 33 und 1914 S. 469): Kleine Beiträge zur römischen Geschichte.

Sie betreffen: 1. Die Sullanische Vermehrung des Senats und die Ergänzung der Ritterschaft; 2. die Geschichte der Quästur; 3. die Namen des Tertullianus; 4. die Abfassungszeit des Regierungsberichts des Augustus; 5. die Anfangsworte des Livius und der Annalen des Tacitus. — Die Beiträge werden später gesammelt zum Druck gelangen.

2. Hr. Warburg legte eine Mitteilung der HH. Prof. Dr. W. Jaeger und Prof. Dr. H. von Steinwehr in Berlin vor: Die Wärmekapazität des Wassers zwischen 5° und 50° in internationalen Wattsekunden.

Der Arbeitswert der 15° Kalorie in der thermodynamischen Skala beträgt 4.184_2 internationale Wattsekunden. Das Minimum der Wärmekapazität des Wassers liegt bei 33.5°.

3. Hr. Roethe legte vor eine Mitteilung des Hrn. Dr. August Fresenius in Wiesbaden: Eine gleichartige Textverderbnis bei Goethe und Heinrich von Kleist.

In Goethes Elegie auf die Syphilis muß es V. 35 heißen »*wir alte Heiden*« [statt »*wie alte Heiden*«]; ebenso in Kleists Brief vom 20. November 1811 »*wir* [nicht: *wie*] *zwei trübsinnige, trübselige Menschen*«. Beobachtungen über den Gebrauch des starken Adjektivs nach dem Personalpronomen erklären zugleich den Fehler, wie sie die Richtigkeit der [für Goethe eben aus der Originalhs. bestätigten] Emendation erhärten.

4. Vorgelegt wurden die Bände 25 und 28 der von der Akademie herausgegebenen Deutschen Texte des Mittelalters, enthaltend die Pilgerfahrt des träumenden Mönchs hrsg. von A. Bömer und Lucidarius hrsg. von F. Heidlauf (Berlin 1915), sowie Band 5 der unter Mitwirkung einer akademischen Kommission herausgegebenen Mathematischen Werke von K. Weierstrass, enthaltend Vorlesungen über die Theorie der elliptischen Funktionen bearb. von J. Knoblauch (Berlin 1915).

Die Wärmekapazität des Wassers zwischen 5° und 50° in internationalen Wattsekunden.

Von Prof. Dr. W. Jaeger und Prof. Dr. H. von Steinwehr
in Berlin.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Vorgelegt von Hrn. Warburg.)

Die Wärmekapazität des Wassers in elektrischen Einheiten ist bereits mehrfach Gegenstand der Untersuchung gewesen. Doch haben die verschiedenen Messungen sowohl hinsichtlich des Absolutwertes wie auch der Temperaturveränderlichkeit der Kapazität so abweichende Resultate ergeben, daß eine Neubestimmung, und zwar innerhalb eines größeren Temperaturbereiches, wünschenswert erschien.

Bei den früheren Messungen waren zum Teil die elektrischen und thermometrischen Grundlagen nicht hinreichend sichergestellt, so daß hierdurch vielleicht ein Teil der Abweichungen zu erklären ist.

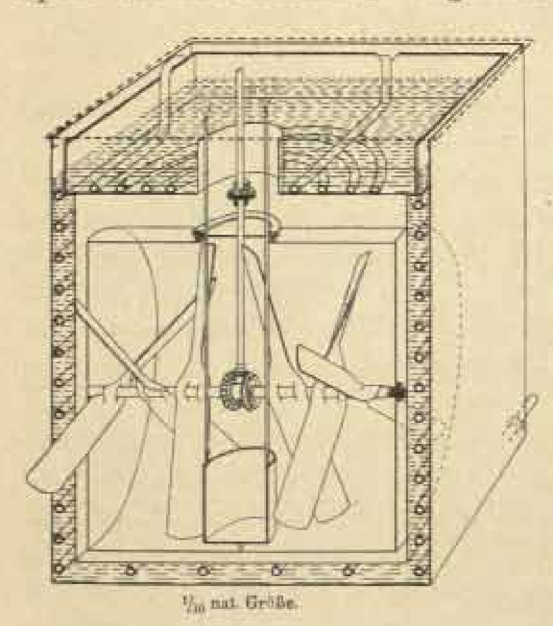
Nunmehr aber sind diese Grundlagen so sicher festgelegt, daß eine Bestimmung der Kalorie in internationalen Wattsekunden und der thermodynamischen Temperaturskala auf einige Zehntausendstel möglich erscheint.

Damit aber diese Genauigkeit wirklich erreicht würde, waren verschiedene Bedingungen zu erfüllen. Um den Einfluß der Metallmassen des Kalorimeters hinreichend zu vermindern, war es erforderlich, eine sehr große Wassermenge zu verwenden; es wurde deshalb ein Gefäß von 50 l Inhalt gewählt[1]. Zur Erwärmung dieser Wassermenge um 1° C sind 210 Kilowattsekunden erforderlich. Daher kamen nur kleine Temperaturerhöhungen, durchschnittlich 1.5°, in Anwendung. Man erreicht dadurch auch den Vorteil, daß man nicht den Mittelwert der Wärmekapazität über einen größeren Temperaturbereich erhält, sondern den gefundenen Wert der Kalorie ohne weiteres der Mitteltemperatur zuordnen kann. Auch wird bei kleineren Temperaturintervallen der Wärmeaustausch mit der Umgebung regelmäßiger; es treten nicht, wie bei größeren Intervallen, störende Konvektionsströme auf, und man

[1] Vgl. Zeitschr. f. Instrumentenkunde **27**, 116; 1907 und **32**, 126; 1912.

kann das Newtonsche Abkühlungsgesetz, auf dem die Korrektion wegen des Wärmeaustausches beruht, als gültig annehmen.

Andererseits entsteht aber durch die Kleinheit des Temperaturintervalls eine gewisse Schwierigkeit für die Messung der Temperatur. Denn um ein Temperaturintervall von 1.5° auf ein Zehntausendstel mit einem Platinthermometer zu messen, muß die Widerstandsmessung auf $^1/_2$ Millionstel des Wertes, wenn auch nur relativ, zuverlässig sein. Indessen ließ sich diese Schwierigkeit durch geeignete Meßmethoden überwinden; es zeigte sich, daß die Hauptfehlerquelle in den Korrektionen für den Wärmeaustausch des Kalorimeters mit der Umgebung liegt. Um diese Korrektionen zuverlässig zu gestalten, muß die Außentemperatur genau definiert und entweder absolut konstant oder in ihrer Veränderung genau bekannt sein. Daher wurde das Kalorimeter allseitig mit einem doppelten Wassermantel umgeben, durch den Wasser von der erforderlichen Temperatur strömte. Nach diesen allgemeinen Prinzipien war das Kalorimeter folgendermaßen konstruiert.



$^1/_{10}$ nat. Größe.

Das eigentliche Kalorimeter (vgl. nebenstehende Abbildung) besteht aus einem Kupfergefäß von 50 l Inhalt, welches die Form eines horizontal gelagerten Zylinders besitzt, der allseitig geschlossen ist. Nur für die Durchführung der Rührachse und des Thermometers und für die Zuleitungen zur Heizspule sind Öffnungen in dem Deckel des Kalorimeters vorhanden, der dasselbe nach außen abschließt. Der völlige Abschluß des Kalorimeters ist zur Verhinderung der Verdampfung des Wassers erforderlich, weil die Messungen auch bei erheblich über der Zimmertemperatur liegenden Temperaturen ausgeführt werden sollten. Für die großen Wassermassen des Kalorimeters ist ein kräftiges Rührwerk vorhanden, damit die theoretische Bedingung einer gleichmäßigen Temperatur nach Möglichkeit erfüllt ist. Durch die Schlangenwindungen des die Außentemperatur bestimmenden Wassermantels wird mittels eines Pumpwerks fortwährend temperiertes Wasser in Zirkulation gehalten, das durch einen Heiz- oder Kühlapparat strömt, die auch beide kombiniert werden können.

Die Vorrichtungen zur elektrischen Heizung des Kalorimeters, zum Messen der Temperatur, der elektrischen Leistung und der Zeit sind ganz analog den bereits früher beschriebenen Einrichtungen, welche zur Eichung des Verbrennungskalorimeters für die HH. E. Fischer und Wrede dienten[1]. Die zur Erreichung eines Temperaturanstieges von 1.5° benutzte Heizspule bestand aus Konstantandraht von 1 mm Durchmesser und 10 Ohm Widerstand, in dem bei einer Belastung mit 10 Ampere eine Leistung von 1 Kilowatt fünf Minuten lang umgesetzt wurde. Die auf einen Messingzylinder von 10 cm Länge und 8 cm Durchmesser gewickelte Spule war derart isoliert, daß sie direkt in das Wasser eingesetzt werden konnte.

Das Gewicht der gesamten Metallmassen des Kalorimeters betrug rund 7.2 kg, der Wasserwert derselben etwa 0.67 kg, also nur etwas mehr als ein Prozent der Wassermassen (50 kg). Daher genügte bei der angestrebten Genauigkeit von 1 Zehntausendstel die Kenntnis der spezifischen Wärme der Metallmassen auf ein Prozent; die Änderung der spezifischen Wärme mit der Temperatur brauchte nicht berücksichtigt zu werden.

Die Achse des Rührers war von der sie antreibenden biegsamen Welle durch ein Hartgummistück isoliert, um die Wärmeableitung aus dem Kalorimeter durch die Welle zu verhindern und die Metallmassen abzugrenzen. Bei der Stromzuleitung zur Heizspule war eine solche Abgrenzung nicht angängig; doch ist die daher rührende Unsicherheit für die Berechnung des Wasserwertes der Metallmassen nur gering.

Das Gewicht des mit Wasser gefüllten Kalorimeters wurde mit einer zweiarmigen Wage, die bei 50 kg Belastung noch etwa $^1/_{10}$ g zu messen gestattet, ermittelt. Die Abnahme des Wassergewichts durch Verdampfung war nur sehr gering; sie betrug in einem Monat erst ungefähr ein Zehntausendstel des Gewichts (5 g). Die Abkühlungskonstante des Kalorimeters war rund $^1/_{1000}$° pro Minute und Grad Celsius. Die Temperaturgänge vor und nach der Erwärmung durch den Strom fielen daher im allgemeinen sehr klein aus, konnten aber trotzdem noch sicher gemessen werden.

Die Messung der elektrischen Energie geschah in der früher beschriebenen Weise mittels eines Kompensators von 10000 Ohm Widerstand und einem entsprechenden Drehspulgalvanometer der Siemensschen Form, indem während des Stromdurchgangs durch die Heizspule abwechselnd die Stromstärke und die Spannung an den Enden der Spule gemessen und mit der Spannung eines Westonnormalelements verglichen wurde. Hierdurch befreit man sich von jeder An-

[1] Vgl. diese Berichte 1908, S. 129.

nahme über das Verhalten des Widerstandes während des Stromdurchgangs. Die Einrichtung war dabei so getroffen, daß man sowohl für die Strom- wie die Spannungsmessung sowie auch für die Spannung des Normalelements, das zum Vergleich diente, annähernd die gleichen Einstellungen am Kompensator erhielt. Dadurch fallen die Unsicherheiten der Kompensatorwiderstände bei der Messung völlig heraus; der Kompensator dient im wesentlichen nur dazu, die kleinen Unterschiede der drei zu messenden Spannungen zu ermitteln. Die zur Messung benutzten Normalwiderstände und -elemente waren an die Einheiten der Reichsanstalt sorgfältig angeschlossen.

Die Dauer des Stromschlusses, die bei einer Versuchsdauer von 5 Minuten auf wenigstens 0.03 Sekunden genau sein mußte, wurde mit Hilfe eines zwei Schreibfedern besitzenden Chronographen gemessen. Die eine dieser Federn diente für die von einer Normaluhr gelieferten Sekundenmarken, die andere für die Marken des Stromschlusses und der Stromöffnung. Der Zeitraum einer Sekunde entsprach auf dem Papierstreifen einer Länge von 1 cm. Die Zeitmarken für den Anfang und das Ende des Versuchs erhielt man als kleine Zacken, die beim Schließen und Öffnen des Stroms durch Aufladen oder Entladen von Kondensatoren (6 kleine Kondensatoren von je 2 MF) automatisch entstanden. Die einer Akkumulatorenbatterie entnommene Spannung betrug dabei 140 Volt; die Batterie wurde vor der Messung auf einen Widerstand von 10 Ohm längere Zeit geschlossen, um beim Einschalten der Heizspule von 10 Ohm sofort konstante Stromverhältnisse zu erzielen.

Den schwierigsten Teil der Messung bildete die Ermittlung der durch die elektrische Energie bewirkten Temperaturerhöhung. Diese Größe ergibt sich durch geeignete Kombination der vor und nach dem Versuch ermittelten gleichmäßigen Temperaturgänge, die außerdem zur Berechnung des Wärmeaustausches mit der Umgebung nötig sind. Für die letztere Größe ist allerdings auch die Kenntnis des Temperaturverlaufs während der Heizung selbst erforderlich. Dieser Verlauf konnte aber ein für allemal bestimmt werden, da infolge der verhältnismäßig kleinen Metallmassen der Temperaturverlauf sich als völlig linear erwies.

Für die Berechnung des Wärmeaustausches mit der Umgebung darf man, soweit das Integral der unten folgenden Gleichung (2) in Betracht kommt, annehmen, daß die Temperatur des Kalorimeters, vom Stromschluß an gerechnet, 0.36 Minuten lang konstant bleibt (Zeitdauer τ_1), daß sie darauf linear während fünf Minuten ansteigt (Zeitdauer τ_2), um dann wieder konstant zu werden. Die Zeitdauer (τ_3) für die Nachperiode ist verschieden gewählt worden.

Für die Berechnung der Temperaturerhöhung des Kalorimeters und die Messung mit dem Platinthermometer kommen folgende Überlegungen in Betracht. In den Formeln bedeutet t die Zeit (t_1 und t_2 die Zeiten des Stromschlusses und des willkürlich innerhalb des gleichmäßigen Endganges gewählten Endes des Versuchs), u die jeweilige Temperatur des Kalorimeters, $v = du/dt$ die gleichmäßige Änderung derselben in den Gängen am Anfang und Ende, u'_0 die Temperatur der Umgebung, die im allgemeinen als linear veränderlich mit der Zeit betrachtet wird, und a die bereits erwähnte Abkühlungskonstante des Kalorimeters. Dann folgt mittels der Newtonschen Gleichung:

$$v = du/dt = -a\,(u - u'_0) \tag{1}$$

und aus der durch Beobachtung gefundenen Temperaturerhöhung $U = u_2 - u_1$ für den wegen des Wärmeaustausches korrigierten Temperaturanstieg U', der gefunden worden wäre, wenn kein Wärmeaustausch mit der Umgebung stattgefunden hätte, der Ausdruck:

$$U' = U - \frac{v_2 - v_1}{u_2 - u_1} \cdot \frac{1}{1 - \zeta} \int_{t_1}^{t_2} (u - u'_0)\,dt\,. \tag{2}$$

Die Korrektionsgröße ζ rührt von der Veränderung der Außentemperatur her; ist die Differenz zwischen Anfang und Ende der Außentemperatur (zu den Zeiten t_1 und t_2) gleich $\Delta u'_0$, so ist $\zeta = \Delta u'_0/U$.

Voraussetzung für die Anwendung der Newtonschen Gleichung ist erstens, daß der Abkühlungsfaktor a nicht von dem Temperaturunterschied abhängt, was durch Benutzung einer kleinen Temperaturdifferenz erreicht wird; zweitens, daß die mit dem Thermometer gemessene Temperatur an irgendeiner Stelle des Kalorimeters während der gleichmäßigen Temperaturgänge auch der Temperatur der Kalorimeterwandung entspricht. Diese Bedingung ist durch ein kräftiges Rührwerk und eine verhältnismäßig dünne Kupferwandung des Gefäßes erfüllt worden. Schließlich muß die Außentemperatur während der ganzen Versuchsdauer, die etwa 10 Minuten beträgt, bekannt sein. Nach Möglichkeit ist auch diese Bedingung erfüllt worden; um ihr in ganz vollkommenem Maße zu genügen, hätte die Apparatur noch weiter verbessert werden müssen und hätte dadurch eine ganz erhebliche Komplikation erfahren. Für Messungen oberhalb 50° wird sich eine solche Verbesserung auch notwendig machen. Am besten ist die Bedingung naturgemäß, wie auch die übrigbleibenden Fehler der Beobachtungen zeigen, in der Nähe der Zimmertemperatur erfüllt.

Das Hauptglied der Gleichung 2 ist die Größe $U = u_2 - u_1$, die sich aus den zu den Zeiten t_2 und t_1 gemessenen Temperaturen des

Kalorimeters ergibt. Die Differenz U muß auf ein Zehntausendstel bekannt sein, d. h. man muß den Gradwert des Platinthermometers für die Mitteltemperatur $u_m = \frac{u_1 + u_2}{2}$ bis auf den angegebenen Betrag kennen.

Legt man für den Widerstand w des Thermometers in Abhängigkeit von der Temperatur u die quadratische Gleichung

$$w = w_0(1 + \alpha u + \beta u^2) \tag{3}$$

zugrunde, in der w_0 den Widerstand bei 0° bedeutet, so erhält man, wenn W_1 und W_2 die den Zeiten t_1 und t_2 entsprechenden Widerstände darstellen und wenn zur Abkürzung gesetzt wird

$$B = \frac{1}{w_0 \alpha} = \frac{100}{w_{100} - w_0}(1 + 50\gamma) \quad , \quad \gamma = \frac{2\beta}{\alpha} \tag{4}$$

die Gleichungen

$$U = \frac{B}{1 + \gamma \cdot u_m}(W_2 - W_1) \text{ und angenähert } v_2 - v_1 = \frac{B}{1 + \gamma \cdot u_m}\left(\frac{dw_2}{dt} - \frac{dw_1}{dt}\right). \tag{5}$$

Es kommt also darauf an, den Faktor $B/(1 + \gamma \cdot u_m)$ mit der angestrebten Genauigkeit von einem Zehntausendstel zu kennen. Die beiden zur Messung benutzten Platinthermometer waren von den Herren HOLBORN und HENNING bei den Fixpunkten 0°, 100° und dem Schwefelsiedepunkt (444.5° in absoluten Celsiusgraden) geeicht und freundlichst zur Verfügung gestellt. Für den vorliegenden Zweck muß die Eichung bei 0° und 100° auf 0.01°, diejenige beim Schwefelsiedepunkt auf 0.15° genau ausgeführt sein (vgl. die Ausführungen in den Ann. der Phys. **43**, 1167; 1914). Die Messungen bei 0° und 100°, auf die es besonders ankommt, sind nochmals möglichst genau wiederholt worden[1].

Für die beiden Thermometer hatte B die Werte 43.1 und 41.6, γ war -2.94 und $-2.92 \cdot 10^{-4}$. Der Faktor $B/(1 + \gamma \cdot u_m)$, mittels dessen die Widerstandswerte auf die Temperatur umgerechnet werden, ändert sich also pro Grad um etwa 3 Zehntausendstel.

Die Messung der kleinen Temperaturgänge am Anfang und Ende des Versuchs wurde mittels der KOHLRAUSCHschen Differentialmethode ausgeführt. Die Anwendung des Kompensators oder der Thomsonbrücke, die zur Messung gleichfalls geeignet erscheinen könnte, erwies sich als ungenauer und unbequemer. Der Vergleichswiderstand, mit welchem der Widerstand des Platinthermometers gemessen wurde,

[1] Außerdem sind diese beiden Thermometer an die empirische Temperaturskala angeschlossen worden, welche durch Quecksilberwiderstandsthermometer in Quarzglashülle dargestellt wird (vgl. Ann. der Phys. **43**, 1165 und **45**, 1089; 1914).

war durch Manganinbüchsen gebildet, die in Petroleum standen und genau bekannt waren. Zu diesem Büchsenaufbau lag ein Kurbelrheostat (N) parallel, durch den die allmähliche Widerstandsänderung des Thermometers während der Temperaturgänge am Anfang und Ende des Versuchs kompensiert werden konnte. Meist benutzte man dabei den Zeitmoment, in dem der Galvanometerspiegel die Nullage passierte. Zur Messung diente ein Kugelpanzergalvanometer von 8 Sekunden halber Schwingungsdauer, dessen beide Zweige einen Widerstand von je 50 Ohm besaßen; die Strombelastung des Thermometers und des Vergleichswiderstandes betrug 0.005 Ampere. Einer Änderung von 1 Millionstel des Widerstandswertes entsprach etwa $^1/_2$ Skalenteil Ausschlag. Der Temperaturgang wurde etwa 10 Minuten lang von Minute zu Minute beobachtet; die dabei für den Nebenschluß N erhaltenen Werte wurden graphisch aufgetragen. Die einzelnen durch Beobachtung gefundenen Punkte lagen meist sehr gut in einer geraden Linie, durch welche die Beobachtungen ausgeglichen wurden.

Die Berechnung der Temperaturdifferenz U' gestaltet sich weiter in folgender Weise. Der Widerstand w des Thermometers ergibt sich aus dem festen Widerstand R' (Büchsenanordnung) und dem Nebenschluß N als:

$$\frac{1}{w} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{N}. \tag{6}$$

Zur Abkürzung wird dann noch gesetzt:

$$\nu = \frac{dN}{dt} \quad \text{und} \quad \varepsilon = 1 + \frac{N}{R'}. \tag{7}$$

Macht man ferner für den Temperaturverlauf während der Heizung des Kalorimeters die früher erwähnten Annahmen, so kann man

$$\frac{\int_{t_1}^{t_2} (u - u_1)\, dt}{u_2 - u_1} = \frac{\tau_2}{2} + \tau_3 \tag{8}$$

setzen und erhält nach einigen Umformungen schließlich zur Berechnung von U' die Formel:

$$U' = \frac{B}{1 + \gamma \cdot u_m} \left\{ \frac{N_2 - N_1}{\varepsilon_1 \varepsilon_2} + \vartheta - \frac{1}{1 - \zeta} \left[\frac{\nu_1}{\varepsilon_1^2} \left(\tau_1 + \frac{\tau_2}{2} \right) + \frac{\nu_2}{\varepsilon_2^2} \left(\tau_3 + \frac{\tau_2}{2} \right) \right] \right\}. \tag{9}$$

Die in dieser Formel vorkommende Korrektionsgröße

$$\vartheta = \frac{N_1}{\varepsilon_1} \cdot \frac{N_2}{\varepsilon_2} \frac{\alpha'}{R'} (u_2' - u_1') \tag{10}$$

rührt im wesentlichen von der Veränderung des Widerstandes R' während der Versuchsdauer her; α' ist der Temperaturkoeffizient von

R', u_1' und u_2' sind die Temperaturen des Widerstandes zur Zeit t_1 und t_2. Die Werte für N und ν werden den Kurven für die Temperaturgänge entnommen. Wie eine nähere Betrachtung zeigt, brauchen weitere Korrektionen nicht berücksichtigt zu werden. Die Rührwärme beträgt für eine Umdrehung 0.13 kgm, also bei 30 Touren etwas über ein Zehntausendstel Grad pro Minute, d. h. etwa 3 Zehntausendstel der Stromerwärmung. Bei konstanter Tourenzahl fällt zudem die Rührwärme, die in den Temperaturgang eingeht, völlig heraus, da sie für Anfang und Ende des Versuchs gleich groß ist. Die im Thermometer erzeugte Stromwärme ist nur ein sehr kleiner Bruchteil der Rührwärme und kommt überhaupt nicht mehr in Betracht.

Die Wärmekapazität berechnet sich schließlich, wenn G noch das korrigierte Wassergewicht des Kalorimeters, EI die Leistung und T die Zeitdauer des Stromschlusses bedeutet, als

$$A = \frac{EIT}{GU} \, \frac{\text{Wattsekunden}}{\text{Gramm} \times \text{Grad C.}} \tag{11}$$

In dem Intervall von 5° bis 50° sind auf diese Weise 66 Messungen vorgenommen worden, die nahe gleichmäßig auf das Intervall verteilt sind.

Die Messungen wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen; der mittlere Fehler eines Versuchs ergab sich zu etwa 3.5 Zehntausendstel, der wahrscheinliche Fehler des Resultats unterhalb eines Zehntausendstels. Man darf annehmen, daß das Resultat auf einige Zehntausendstel richtig ist.

Die Ausgleichung ergab die zwischen 5° und 50° geltende Formel:

$$A_u = 4.2047_7 - 0.001768\,u + 0.00002644_7\,u^2.$$

In der untenstehenden Tabelle sind die Werte für A, A/A_{15} und den Temperaturkoeffizienten $\frac{1}{A}\frac{dA}{du}$ von 5° zu 5° zusammengestellt.

u	A	A/A_{15}	Temp.-Koeff. 10^{-4}
5°	4.1966	1.0029_5	−3.58
10	1897_5	1.0013_5	−2.96
15	1842	1.0000	−2.34
20	1800	0.9990	−1.70
25	1771	0.9983	−1.07
30	1755	0.9979	−0.43
35	1753	0.9978_5	+0.20
40	1764	0.9981_5	+0.83
45	1788	0.9987	+1.47
50	1825	0.9996	+2.10

Der Wert der Kalorie bei 15° ist also hiernach **4.184_2**, das Minimum von A liegt bei 33.5°. Zugrunde gelegt ist für den Widerstand die Einheit der Reichsanstalt, für die Spannung des Westonelements (mit gesättigtem Elektrolyt) der Wert 1.0183 Volt bei 20° C, der seit 1. Januar 1911 international angenommen wird, für die Temperatur die durch 0°, 100° und den Schwefelsiedepunkt (444.5°) fixierte Temperaturskala.

Es ist wichtig, zu bemerken, daß die erwähnten elektrischen Grundlagen — Widerstand und Spannung des Normalelements —, soweit die Reproduzierbarkeit und internationale Übereinstimmung in Frage kommt, mit größerer Genauigkeit festgelegt sind, als es für den vorliegenden Zweck erforderlich ist. Denn sowohl bei der Widerstandseinheit wie bei dem Normalelement kann diese Genauigkeit auf einige Hunderttausendstel angesetzt werden. Die gesetzlichen internationalen Grundeinheiten sind aber bekanntlich nicht das Ohm und das Volt, sondern das Ohm und das Ampere, die definiert sind durch den Quecksilberwiderstand und die Menge des Silberniederschlags. Der oben angegebene Wert des Weston-Normalelements ist aus diesen Einheiten mit einer Genauigkeit von etwa ein Zehntausendstel abgeleitet. Der mittels des Widerstandes und des Normalelements berechneten Wattsekunde kommt daher eine Genauigkeit von ein bis zwei Zehntausendstel zu; um denselben Betrag kann der Gradwert in der oben angegebenen Temperaturskala von dem Gradwert in der thermodynamischen Skala zwischen 0° und 100° abweichen. Diese Genauigkeit entspricht auch, wie gezeigt wurde, derjenigen, mit welcher die kalorimetrischen Messungen ausgeführt werden konnten.

Man kann daher das erhaltene Resultat dahin aussprechen, daß innerhalb der angegebenen Genauigkeitsgrenze von einigen Zehntausendsteln die Wärmekapazität auf die internationale Wattsekunde und die thermodynamische Temperaturskala zurückgeführt worden ist.

Eine gleichartige Textverderbnis bei Goethe und Heinrich von Kleist.

Von Dr. August Fresenius
in Wiesbaden.

(Vorgelegt von Hrn. Roethe.)

In einer der unterdrückten, erst 1887 durch die Weimarer Ausgabe bekannt gewordenen Römischen Elegien klagt Goethe, daß zwar die furchtbaren Schlangen des Altertums, Python und die lernäische Hydra, längst erlegt seien, aber nun eine neue ungeheure Geburt giftigen Schlammes die Welt verheere. Er läßt uns unter dem leichten Schleier seiner Worte die Syphilis erkennen und preist die Alten selig, denen keine Besorgnis vor ihren Gefahren den Genuß der Liebe vergällt habe. Dann heißt es:

> Doch wir sind nicht ganz wie alte Heiden verlassen,
> Immer schwebet ein Gott über der Erde noch hin,
> Eilig und geschäftig, ihr kennt ihn alle, verehrt ihn!
> Ihn den Boten des Zeus Hermes den heilenden Gott.
> Fielen des Vaters Tempel zu Grund, bezeichnen die Säulen
> Paarweis kaum noch den Platz alter verehrender Pracht,
> Wird des Sohnes Tempel doch stehn und ewige Zeiten
> Wechselt der Bittende stets dort mit dem Danckenden ab.

So die Weimarer Ausgabe (1, 420), der Heinemann (1, 381), Mendheim[1] (S. 45), die Propyläenausgabe (6, 39 f.) unbedenklich gefolgt sind. Das Widersinnige dieses Textes liegt auf der Hand. War den Alten die Krankheit unbekannt, so brauchten sie auch keine Hilfe dagegen, konnten also in der Hinsicht, die hier in Frage kommt, gar nicht »verlassen« sein. Stellt man:

> Doch wir sind nicht ganz, wir alte Heiden, verlassen

her, so ist alles in Ordnung, die Stelle gewinnt ihren wirklichen Sinn und könnte für erledigt gelten, wenn nicht auch die Interpretation hier noch einen Punkt ins reine zu bringen hätte.

[1] Goethe, Das Tagebuch (1810). Vier unterdrückte Römische Elegien. Nicolai auf Werthers Grab... herausgegeben von Dr. Max Mendheim. Leipzig 1904.

Daß sich Goethe zuweilen einen »alten Heiden« genannt hat[1], und daß uns über den Anlaß zu unserer Elegie seine Briefe an Karl August Aufschluß geben[2], ist bekannt. Aber welche Bewandtnis hat es mit der fortdauernden Verehrung des Hermes? Goethe deutet hier auf das Heilmittel gegen die Syphilis, auf das Quecksilber, hin. Gleich die Worte über den Götterboten wecken die Vorstellung von etwas Beweglichem, unruhig Hin- und Hereilendem und arbeiten so dem Verständnis vor. Und zwar um so wirksamer, je weniger der Leser mit der Tradition von den Beziehungen zwischen den Metallen und den Planeten vertraut ist und weiß, wie das Quecksilber zu dem Namen Mercurius gekommen ist[3]. Aber selbst das Wissen um diese Dinge schützt die Phantasie nicht gegen die Lockung, Quecksilber und Götterboten miteinander zu verknüpfen. Das lehren die Holzschnitte und Kupferstiche alchimistischer Schriften, auf denen, jener fortwirkenden Tradition zum Trotz, die Metalle in den Gestalten der alten Götter erscheinen, keines häufiger als das Quecksilber und die alchimistischen Spielarten des Begriffs Mercurius. Das lehrt auch Zedlers Universallexikon, indem es zur Erklärung des Namens Mercurius für Quecksilber neben dem Planeten den Götterboten und ihn sogar in erster Linie heranzieht[4]. Nun erst, da wir zu erraten anfangen, wohin der Dichter steuert, fällt das entscheidende Wort von »Hermes, dem heilenden Gott«. Den Namen Merkur vermeidet Goethe; doch wohl, um der »gemeinen Deutlichkeit der Dinge« nicht gar zu nah zu kommen[5]. Im Folgenden werden seine Behauptungen immer kühner, wird es immer greifbarer, wie seine Rede allein gemeint sein kann. Den gestürzten Tempeln des Vaters wird der fortbestehende des Sohnes als ein nur idealer im Singular entgegengesetzt[6].

[1] Weimarer Ausgabe, Briefe 20, 5, Z. 8f. Riemer, Mitteilungen 1, 127. von Biedermann, Goethes Gespräche, 2. Aufl. 2, 354. Vgl. ebenda 1, 310.

[2] W. A., Briefe 8, 346f. 9, 103, Z. 21ff.

[3] Vgl. den schönen Abschnitt »Relations entre les métaux et les planètes« in M. Berthelots »Introduction« zu der »Collection des anciens alchimistes grecs«, Paris 1888, S. 73—85.

[4] Die Stelle, die zwei sich ausschließende Erklärungen aneinanderkoppelt, lautet (13, 1354): »Mercurius heißet das Quecksilber, weil es flüchtig und alle Zeit in Bewegung ist, gleichwie etwa Mercurius, der Götterbote, vor diesem abgemalet wurde, und weil die Astrologi und Chymisten vorgeben wollen, daß es von dem Planeten, Mercurius, seinen Einfluß überkäme.«

[5] Auch die Alchimisten gebrauchen für Mercurius zuweilen den Namen Hermes (der ihnen ja von ihrem Hermes Trismegistos her ohnehin geläufig war), z. B. J. J. Becher im dritten Teil seines »Parnassus illustratus«, der »Mineralogia« oder dem »Bergbuch«, (Ulm 1662) S. 25. Ja, dieser Gebrauch scheint verbreiteter gewesen zu sein, als mir bekannt ist. Wie wäre es sonst zu erklären, daß Sachs-Villatte das französische »Mercure hermétique« oder »M. des philosophes« einfach durch »Hermes« verdeutscht!

[6] Als »geringer Anlaß«, aus dem »der Poet was Gutes zu machen gewußt hat«, liegt unserer Stelle das »geheimnisvolle Sigillum« des Briefwechsels mit Karl August

Ganz den gleichen Fehler wie der Text dieser Elegie weist Heinrich von Kleists bekannter Abschiedsbrief an Adam Müllers Frau, die geschiedene Frau von Haza, auf. Da lesen wir (5, 436f. Erich Schmidt): »Ja, die Welt ist eine wunderliche Einrichtung! — Es hat seine Richtigkeit, daß wir uns, Jettchen und ich, wie zwei trübsinnige, trübselige Menschen, die sich immer ihrer Kälte wegen angeklagt haben, von ganzem Herzen lieb gewonnen haben, und der beste Beweis davon ist wohl, daß wir jetzt mit einander sterben.« Der Widerspruch in diesen Worten ist nicht so handgreiflich wie in der Goetheschen Elegie, aber vorhanden ist er hier so gut wie dort. An sich ist die Tatsache, daß sich zwischen zwei melancholischen, anscheinend kalten Naturen zuweilen ganz überraschend eine wechselseitige Neigung entwickelt, einer gewissen Verallgemeinerung wohl fähig. Aber der notorisch einer Gattung Angehörige kann mit seinem eigenen Gattungsbegriff nicht verglichen, nur in ihn einbezogen werden. Man kann von der Venus nicht sagen, sie habe wie ein heller Stern am Abendhimmel gestanden, von einem Trunkenbold nicht, er sei wie ein Betrunkener die Straße hingetorkelt. Und ebensowenig von Kleist und Henriette, sie hätten einander liebgewonnen »wie zwei trübsinnige, trübselige Menschen«. Vielmehr müssen die beiden irgendwie in die Gattung der Trübsinnigen einbegriffen werden. Wie aber? Kann von ihnen — dem Sinne nach — gesagt sein, sie hätten einander liebgewonnen, weil sie zu den Trübsinnigen gehören? Oder muß gesagt sein: obgleich sie zu den Trübsinnigen gehören? Der erste dieser Wege ist nicht nur textkritisch ungangbar. Er ist es auch deshalb, weil Kleist seine Mitteilung als etwas Seltsames, Überraschendes ankündigt; erst durch die Betrachtung: »Ja, die Welt ist eine wunderliche Einrichtung[1]«, dann nochmals durch die nachdrückliche Bekräftigung: »Es hat seine Richtigkeit, daß . . .« Er kann, was er so angekündigt hat, unmöglich im selben Atemzug als eine bekannte Erscheinung oder gar als die Regel hinstellen. So bleibt nur der zweite Weg offen. Ersetzen wir — genau wie in Goethes Elegie — »wie« durch »wir«, so erhalten wir einen Text, der inhaltlich für sich selbst spricht und dem stilistisch Kleists Siegel auf-

---

zu Grund, dem Düntzer (Hempelsche Goetheausgabe 24, 930, Anm. 2) die Deutung gibt: Quecksilber (hält die) Wage (dem) Widder, Löwen (und) Skorpion. Die Weimarer Ausgabe (Lesarten zu Briefe 8, 347, Z. 3) deutet die fünf Zeichen ebenso, ihr Text aber bietet als zweites Zeichen nicht wie Düntzer ♎, was im Tierkreis die Wage, als chemisches Zeichen Sublimieren bedeutet, sondern ∽, das Zeichen für Spiritus, das in Verbindung mit ☿ allgemein damals zur Bezeichnung des Quecksilbersublimats diente (vgl. J. Th. Jablonski, Allg. Lex. d. Künste u. Wiss. [Leipzig 1721] u. d. W. »Quecksilber«). Danach wäre das Sigillum aufzulösen: Quecksilbersublimat (hilft) wid[d]er (den) Löwen (und) Skorpion.

[1] Die gleiche Wendung gebraucht Kleist 4, 145 Z. 12.

gedrückt ist. Kleist liebt es ja überhaupt, dem Substantiv, zumal dem Namen, ein vorbereitendes Pronomen vorauszuschicken oder das einfache Pronomen durch ein erweitertes wiederaufzunehmen. Ihre schärfste Ausprägung erfährt aber diese Tendenz erst, wo dem Pronomen der Name, dem Namen die charakterisierende Bezeichnung folgt.

Führt aus der Schar ihn der Gefangenen,
Lykaon, den Arkadier, herbei!

heißt es Penthesilea V. 821 f. (wo Julian Schmidt einst »ihn« glaubte durch »ihr« ersetzen zu müssen). Im »Schrecken im Bade« V. 130f. drängt Johanna Gretchen zur Eile,

Daß er im Ernst uns nicht, indeß wir scherzen,
Fritz hier, der Jäger, lauschend überrasche.

Und Kohlhaas läßt dem Prinzen von Meißen melden, »daß er, Kohlhaas, der Roßhändler, da wäre« (3, 192, Z. 32f.). Diesen Beispielen tritt in den Worten: »daß wir uns, Jettchen und ich, wir zwei trübsinnige, trübselige Menschen . . .« ein weiteres, besonders ausdrucksvolles an die Seite.

In der Goethe- wie in der Kleiststelle wird mit dem »wir«, das zu »wie« entstellt worden ist, ein vorangegangenes »wir« wiederaufgenommen. Natürlich. Denn nur wenn die Sätze auch in ihrer Entstellung noch ein Subjekt behielten, konnte das an sich belanglose Versehen eines Abschreibers oder Setzers zu einer Gefahr für den Text werden. In beiden Fällen folgt aber auch auf das »wir« ein Adjektiv, das, heutigem Sprachgebrauch zuwider, die starke Form zeigt. Und darin lag die eigentliche Versuchung, »wir« mit »wie« zu vertauschen, lag, nachdem der Fehler einmal eingedrungen war, seine Deckung. Wie steht es in diesem Punkt mit Goethes, wie mit Kleists Sprachgebrauch? Für Goethe erledigt sich diese Frage sehr einfach. Die Römischen Elegien bieten einen hierhergehörigen Fall, und in diesem steht die starke Form:

Fromm sind wir Liebende ...

(Elegie IV, V. 1). Mehr brauchen wir für unsern Zweck nicht, und nur beiläufig sei erwähnt, daß Gretchens bekanntem Ausruf: »Ach wir Armen!« (Faust V. 2804 im Reim auf »Erbarmen«) in der ersten Fassung der Claudine »Wir Arme sind ihr Spiel« gegenübersteht (W. A. 38, 125, Z. 23), während in demselben Stück (S. 115, Z. 10) Gonzalo zu Sebastian sagt: »Daß wir Alten gleich verheiraten!« Schwieriger war es, festzustellen, wie sich Kleist in dieser Hinsicht verhält. Ich habe bei einer Durchsicht seiner Werke und Briefe gerade nur einen einzigen Fall gefunden, in dem ein Adjektiv unmittelbar auf »wir« folgt: »wir beschränkte Wesen« schreibt er am 16. September 1800 an Wilhelmine von Zenge (5, 129, Z. 14). Mögen meiner Aufmerksamkeit nun auch

Fälle entgangen sein, jedenfalls ist uns ein Beispiel der starken Form in Kleists eigener Handschrift erhalten, während ein Beispiel des Gegenteils bis jetzt fehlt. Noch wesentlich günstiger würde sich das Ergebnis stellen, wenn wir drei Beispiele für »wir beide« als weitere Fälle der starken Form in Anschlag bringen dürften. Aber »beide« ist nicht ohne weiteres einem Adjektiv gleichzustellen[1]. Von jenen drei Beispielen gehören zwei, die Briefstelle 5, 108, Z. 20 und Penthesilea V. 878, zu den Fällen, in denen auch wir Heutigen die starke Form setzen müssen[2]. Nur das dritte, Penthesilea V. 1585, zähl' ich zu den Fällen, in denen beide Formen möglich sind, aber heute die schwache überwiegt. Und diesem Beispiel steht wiederum bei Kleist meines Wissens kein Beispiel von »wir beiden« gegenüber[3].

So vollkommen die beiden hier behandelten Fälle von Textverderbnis sonst einander gleichen, in einem Punkt besteht ein wesentlicher Unterschied. Für Kleists Brief sind wir auf Bülows Abdruck angewiesen; das Original ist verschollen. Goethes Elegie ist uns in seiner Handschrift erhalten. Ich darf hier mitteilen — und sage der Direktion des Goethe- und Schillerarchivs aufrichtigen Dank dafür —, daß Goethe in der Tat »wir alte Heiden« geschrieben hat, und daß der Bogen des 53. Bandes der »Werke«, der den berichtigten (und vervollständigten) Text der Elegie bringt, bereits gedruckt vorliegt[4]. Die Goethestelle wäre also auch ohne mein Zutun demnächst in ihrer wahren Gestalt Gemeingut geworden. Gerade umgekehrt ist die Kleiststelle zwar längst von Wilbrandt verbessert worden[5], aber seine stillschweigende Berichtigung ist, abgesehen von der Einleitung zu Zollings Ausgabe (S. XCV), völlig unbeachtet geblieben[6] und bedarf daher der Erneuerung. Möge es mir gelungen sein, seine einleuchtende Vermutung zu einer gesicherten Erkenntnis zu erheben.

---

[1] Das zeigt sich schon darin, daß es gelegentlich vor »wir« tritt (Kleist, Zerbr. Krug V. 275. Goethe, W. A. 31, 221, Z. 7).

[2] Vgl. Wustmann, Allerhand Sprachdummheiten, 6. Aufl., S. 37f.

[3] Nach der zweiten Person Pluralis des Personalpronomens pflegt Kleist die schwache Form zu setzen (Zerbr. Krug V. 736. Penth. V. 881. Käthchen S. 191, Z. 25 und in der Phöbusfassung vor S. 192, Z. 20. Bd. 4, S. 145, Z. 29), es sei denn, daß ein vorangestellter Genitiv die Apposition stärker vom Pronomen absondert (Penth. V. 2591 mit den Lesarten. 2601. 2602).

[4] [Der soeben ausgegebene 53. (Schluß-) Band der Weimarer Goetheausgabe gibt den in dem ersten Bande in der Form »Doch wir sind nicht ganz wie alte Heiden verlassen« gedruckten Vers nunmehr so: »Doch wir sind nicht so ganz wir alte Heiden verlassen.« Korrekturnote.]

[5] In seiner Einleitung zur Hempelschen Ausgabe (S. LXIII), noch nicht in seiner 1863 erschienenen Monographie über Kleist (S. 408).

[6] Vgl. die Texte von Minde-Pouet (5, 436f. Erich Schmidt), Waetzoldt (6, 216f. im Gegensatz zu 1, 65) und Herzog (6, 462).

Die deutsche Volkswirtschaft während des Krieges von 1914/15.

Von Max Sering.

(Vorgetragen am 6. Mai 1915 [s. oben S. 371].)

Einer Untersuchung der Wandlungen, welche der gegen die Staaten der europäischen Mitte entfesselte Krieg in der deutschen Volkswirtschaft hervorrief, sind im jetzigen Zeitpunkt enge Grenzen gesetzt. Die planmäßige Sammlung und Sichtung des Materials hat erst an einigen Stellen begonnen. Noch steht alles im Flusse der Entwicklung, und nur ihre Grundzüge sind deutlich erkennbar. Ich will versuchen, in diesem Rahmen den allgemeinen Gedanken nachzugehen, welche die Richtung der deutschen Wirtschaftspolitik während des Krieges bestimmten. Es waren nicht nur kühle Erwägungen ökonomischer Zweckmäßigkeit, sondern heiße und starke Gemeinschaftsgefühle, die unerhörte Umgestaltungen der gesellschaftlichen Ordnung hervorriefen.

Der Krieg traf uns wohlvorbereitet in militärischer, verkehrs- und finanzwirtschaftlicher Hinsicht, aber völlig überraschend in seiner allgemeinen Bedeutung für unsere Volkswirtschaft. Plötzlich und unerwartet sahen die einander verbündeten mitteleuropäischen Mächte fast alle Fäden zerrissen, welche sie mit der übrigen Welt zu einem höchst lebensvollen wirtschaftlichen Organismus verbunden hatten. Das Völkerrecht, das die Versorgung und die wirtschaftliche Arbeit der unbewaffneten Bevölkerung auch im Kriege sicherzustellen schien, wurde von unseren Feinden in Trümmer geschlagen, und die neutralen Länder ließen sich seine Verletzung gefallen, weil sie entweder innerlich auf seiten unserer Gegner standen oder nicht die Macht besaßen, um ihre Verkehrsinteressen kräftig zu wahren.

So mußte das Leben unserer Bevölkerung rasch aus der weltwirtschaftlichen Eingliederung in den Zustand eines isolierten Staates übergeführt werden. Es war eine Organisationsarbeit zu leisten, für die es an jedem Vorbild fehlte. Denn es ist zum erstenmal in der Weltgeschichte, daß ein Plan der wirtschaftlichen Vernichtung, der

Aushungerung gegen große Kulturvölker ins Werk gesetzt wird. Verfolgte doch die Kontinentalsperre Napoleons I. andere Ziele: die Befreiung von der Seeherrschaft Großbritanniens, die Schädigung seines gewinnreichen Zwischenhandels mit dem Kontinent und den Kolonien, die Verlegung des ökonomischen Schwerpunkts von London nach Paris. Auch theoretisch war das uns gestellte Problem nur wenig durchdacht worden. Man muß auf das Idealbild des »geschlossenen Handelsstaates« zurückgreifen, das JOH. GOTTLIEB FICHTE vor 115 Jahren entworfen hat, um einer systematischen und umfassenden Behandlung des Problems zu begegnen[1]. Aber die praktischen Aufgaben eines modernen Industrielandes entfernen sich weit von den Erfahrungselementen, mit denen FICHTE sein Staatswesen aufbaute. Auch stand für ihn nicht die Verselbständigung der wirtschaftlichen Versorgung im Vordergrunde wie jetzt für uns. Wir müssen versuchen, die Schädigungen der Handelssperre durch Maßnahmen der Innenpolitik wettzumachen. Für FICHTE war umgekehrt der Abschluß gegen das Ausland ein Mittel für Zwecke des inneren Gemeinlebens. Er forderte die Schließung der Grenzen, um ungestört durch Einflüsse des auswärtigen Handels und internationaler Preisbildung eine vernunftgemäße Regelung der Güterproduktion und Güterverteilung durch obrigkeitlichen Eingriff herbeiführen zu können. Dennoch erscheint es nicht unnütz, sich die Gedanken eines Mannes zu vergegenwärtigen, der auf das deutsche Geistesleben starken, und wie sich herausstellen wird, nachhaltigen Einfluß gewonnen hat.

Man pflegt das von FICHTE entwickelte System als sozialistisch zu bezeichnen, weil es eine weitgehende staatliche Regelung der gesellschaftlichen Wirtschaft einschließt.

Aber die Rechtsgrundlage des geschlossenen Handelsstaates ist individualistischer Art. Die Versorgung seiner Bewohner mit Sachgütern vollzieht sich auf den Wegen des privatwirtschaftlichen Austauschverkehrs unter Personen, deren jeder eine ausschließliche Tätigkeitssphäre zu grundsätzlich freier Betätigung als ihr »Eigentum« zugewiesen ist. Die obrigkeitliche Ordnung des Verkehrs erinnert an die Verwaltungspraxis einer mittelalterlichen Stadt, mehr noch des aufgeklärten Despotismus, der die städtischen Überlieferungen auf erweiterter Grundlage fortbildete. Die FICHTEsche Konstruktion erscheint als eine Systematisierung von Einrichtungen des Friderizianischen Staates, und sie verbindet gewisse in ihm herrschende Ideen mit dem

[1] Über FICHTES sozialökonomische Ansichten vgl. G. SCHMOLLER, J. G. Fichte, eine Studie auf dem Gebiete der Ethik und der Nationalökonomie (1864/65), »zur Literaturgeschichte der Staats- und Sozialwissenschaften«, Leipzig 1888, S. 28 ff., und MARIANNE WEBER, Fichtes Sozialismus und sein Verhältnis zur Marx'schen Doktrin, Volksw. Abh. d. bad. Hochschulen, Tübingen 1900.

von Fichte vertieften neuen Glauben an die individuelle Freiheit. Die Begründung der von ihm geforderten Individualrechte berührt sich mit den Forderungen der französischen Sozialisten, insbesondere Babeufs, der vor ihm schrieb, erhebt sich jedoch über sie durch den idealen Schwung der Gedanken. Nicht die Befriedigung materieller Bedürfnisse ist der oberste Zweck der öffentlichen Einrichtungen, sondern die Ausbildung der freien sittlichen Persönlichkeit. Bewegt sich die Fichtesche Staatslehre noch in den Formen des alten Naturrechts, das den Staat aus Verträgen unter seinen Mitgliedern hervorgehen ließ, so zeigt doch der Inhalt, mit dem Fichte diesen Staatsbegriff ausfüllt, daß er den Übergang zu jener organischen Auffassung vollzog, die dem Staat als Träger der höchsten Zwecke der Gattung selbständige und überindividuelle Aufgaben zuerkennt und vom einzelnen Gliede des Organismus unbedingte Hingabe an die Gesamtheit fordert.

Die Gesellschaft des geschlossenen Handelsstaates zerfällt in die drei großen Stände der Produzenten von Lebensmitteln und Rohstoffen, der Künstler, welche die Rohstoffe verarbeiten, und der Kaufleute, die den Austausch der Erzeugnisse beider schaffenden Stände vermitteln.

Der einzelne Stand ist, wenn ausreichend besetzt, geschlossen; doch soll der Vernunftstaat jedem zu dem Seinigen, zu einer Sphäre der freien Handlungen, zu einem Eigentum verhelfen; denn nur durch zweckmäßige Betätigung an der Außenwelt kann die Würde und Freiheit des Vernunftmenschen errungen werden. Die Teilung soll so gemacht werden, daß — bei gleicher Tüchtigkeit und gleichem Talent — »alle ohngefähr gleich angenehm leben können«.

Das Eigentum dient nicht bloß individuellen Zwecken, es ist mit öffentlichen Pflichten belastet. Produzenten und Künstler müssen die über ihren eigenen Bedarf hinaus erzeugten Güter an den Kaufmann, und dieser wiederum an jeden, der sie kaufen will, in guter Beschaffenheit und zu angemessenen Preisen liefern. Unangebauter Boden fällt in Besitz der Gemeinde und muß verteilt werden, sobald das Bedürfnis des einzelnen ihn als Ackerland begehrt.

Der Staat sorgt für das richtige ziffermäßige Verhältnis der Stände zueinander. Die dem Ackerbau zu entziehenden Kräfte müssen zunächst auf unentbehrliche Bearbeitungen, und nur so viel als übrigbleiben, auf entbehrliche Bedürfnisse gerichtet werden. »Erst sollen alle satt werden und fest wohnen, ehe einer seine Wohnung verziert, erst alle bequem und warm gekleidet werden, ehe einer sich prächtig kleidet.« Fehlt es in einem Berufszweige, so darf der Zuzug der Arbeiter nicht dadurch herbeigeführt werden, daß die Preise des Fabrikats erhöht werden; das Mittel, um das Gleichgewicht in der Güterproduktion herzustellen, sind vielmehr Prämien aus der Staatskasse.

Dem Erwerbstrieb werden enge Fesseln angelegt. Das Zurückhalten der für den öffentlichen Handel bestimmten Waren wird durch Strafe verhindert. Alle Güter haben feste Preise. Ohne auf den Einfluß Rücksicht zu nehmen, welchen das Verhältnis von Vorrat und Bedarf auf die Wertvorstellungen ausübt, will FICHTE die Preise so von der Obrigkeit festgesetzt wissen, daß jeder Produzent, Künstler und Kaufmann davon nach Maßgabe des traditionellen standesmäßigen Bedarfs genug zu leben habe.

Es gibt nur Arbeitseinkommen, und die Preispolitik ist für FICHTE das Hauptmittel für eine gerechte, einigermaßen gleiche Verteilung der Güter.

»In diesem Staat sind alle Diener des Ganzen und erhalten ihren gerechten Anteil an den Gütern des Ganzen. Keiner kann sich sonderlich bereichern, aber es kann auch keiner verarmen. Allen einzelnen ist die Fortdauer ihres Zustandes und dadurch dem Ganzen seine ruhige und gleichmäßige Fortdauer garantiert.«

Zur Tauschvermittlung dient das Geld. Es ist bloßes Wertzeichen und entsteht durch die Deklaration, daß der Staat selbst sich nur in diesen Wertzeichen zahlen lassen werde. Je weniger stofflichen Wert es hat, um so schicklicher ist es zum bloßen Zeichen. Dieses Landesgeld genügt allen Anforderungen des inneren Verkehrs, macht aber Verkehrsbeziehungen der Bürger zum Auslande unmöglich. Der nach bestmöglichem Ersatz der ausländischen Produkte durch einheimische etwa noch unentbehrliche Handel mit dem Auslande soll in den Händen der Regierung liegen.

Lange Zeit fand das FICHTEsche Werk geringe Beachtung. Die obrigkeitliche Regelung des Verkehrs und die von FICHTE erhoffte zünftlerische Organisation der wirtschaftlichen Arbeit trat so wenig ein wie der Abschluß der eigenen Volkswirtschaft nach außen hin. Aber die Philosophie des deutschen Idealismus hat in den sittlichen Anschauungen unseres Volkes als lebendige Macht fortgewirkt und den stattlichen Bau der sozialen Reform während der letzten Jahrzehnte errichten helfen. Als dann die sittliche Kraft unseres Volkes ihre Feuerprobe zu bestehen hatte, als ein übermächtiger Feind es überfiel und seine Grenzen schloß, haben sich rasch Formen des Gemeinlebens entwickelt, welche nicht bloß äußerlich an den FICHTEschen Idealstaat vielfach erinnern, sondern mehr noch durch den Geist, der in den neugeschaffenen Einrichtungen lebt und mit dem unser Volk sich in sie eingelebt, sie ertragen und wirksam gemacht hat.

Betrachten wir die Grundzüge des Neubaus. Kurz nach Ausbruch des Krieges war der Verkehr über die Ost- und Westgrenze unterbrochen, die Schiffahrt über die Nordsee und den Atlantischen Ozean

stillgesetzt, aller Austausch mit den uns benachbarten neutralen Ländern unter englische Aufsicht gestellt. Wir machten dem gegenüber den nicht erfolglosen Versuch, durch eine öffentlich-rechtliche Organisation den Einfuhrhandel zu beleben; gewisse natürliche Reichtümer unseres Landes, wie Kohle und Kali, oder durch Arbeit erworbene Monopolien unserer Industrie, wie die Herstellung von Anilinfarbstoffen, gaben uns auch Mittel an die Hand, um im Wege des naturalen Austausches die Einfuhr in gewissem Umfange zu erzwingen. Aber der Ausfall für unsere Güterversorgung blieb überaus groß. Hatten wir doch bisher $^1/_5$ bis $^1/_4$ der in Deutschland verarbeiteten Rohstoffe und verbrauchten Nahrungsmittel aus allen Teilen der Erde bezogen. Deshalb war die Aufgabe zu lösen: Produktion, Verteilung und Verbrauch so zu ordnen, daß das Unentbehrliche sichergestellt oder Ersatz beschafft, das Entbehrliche überall dem Unentbehrlichen oder schwer Entbehrlichen nachgesetzt wurde.

Der dringlichste Bedarf umfaßt alles zur Kriegführung Notwendige und die Nahrung für die daheimgebliebene Bevölkerung.

Die Sicherung des industriellen Heeresbedarfs wurde rasch und kraftvoll durchgeführt. Da alle Industrie an den Rohstoff gebunden ist, gab es ein zuverlässig wirkendes Mittel, um sie zu nötigen, sich den kriegswirtschaftlichen Aufgaben vor allen anderen zu widmen: der Ankauf und, wo er nicht genügte, die Beschlagnahme und Enteignung der Rohstoffe. Eine rasch durchgeführte Erhebung gab schon Ende August einen ungefähren Überblick über den Bedarf und das Maß der Versorgung mit Kriegsgut: Spinnstoffen, Metallen und Chemikalien namentlich der Sprengmittelindustrie. Die Beschlagnahme dieser Vorräte bewirkte ihre Sperrung für alle nicht militärischen Zwecke. Der Besitzer des beschlagnahmten Gutes darf es nur zur Erfüllung eigener oder auch fremder Verträge über Kriegslieferungen verwenden. Die Benutzung für Friedenszwecke ist nur gestattet, wenn die im Kriegsministerium errichtete Kriegs-Rohstoff-Abteilung die Freigabe ausgesprochen hat. Die Buchführung der ihr unterstellten Beschlagnahmestelle gewährt dauernd einen Überblick über die verfügbaren Mengen. Zu den einheimischen traten bald sehr große Vorräte in den besetzten feindlichen Gebieten: die Beutestücke und die auch dort beschlagnahmten privaten Bestände.

Man nahm darauf Bedacht, schwer beschaffbare Stoffe durch leichter gewinnbare zu ersetzen, z. B. Ausrüstungsgegenstände aus Messing durch Stahl oder für die Bergwerkssprengstoffe die Nitrate durch inländisch erzeugte Chlorate. Der für die Versorgung des Heeres mit Munition und für die Befruchtung des heimischen Bodens gleich wichtige Ersatz des Chilisalpeters durch selbstgewonnene Stickstoffverbindungen wurde

durch Errichtung neuer Fabriken unter Beteiligung des Kriegsministeriums angebahnt, und unter Mitwirkung zweier Mitglieder dieses Kreises wurden Wege gefunden, um für alle Zukunft unsere Volkswirtschaft hinsichtlich der Stickstoffversorgung auf eigene Füße zu stellen.

Die Befriedigung von Bedürfnissen zweiten und dritten Grades ist durch die Kriegswirtschaft kräftig zurückgedrängt. Der Landbau mußte für dieses Jahr auf Nitratdüngung verzichten und sich mit anderen in beschränkter Menge freigegebenen Stickstoffverbindungen begnügen.

Die Lieferung von Jutegeweben für private Zwecke hörte auf. Alle Vorräte von Rohgummi sind beschlagnahmt, den Gummifabriken nur gewisse Mengen von Zeit zu Zeit für dringliche Privatzwecke frei gegeben worden; der Automobilverkehr wurde durch Verordnung des Kriegsministers eingeschränkt und so der Bedarf an Rohkautschuk etwa auf die Hälfte des normalen heruntergedrückt. Solche und andere Verbrauchsverschiebungen gelangen mit Hilfe des Rechtssatzes, daß alle für Heer und Marine unentbehrlichen Rohstoffe dieser Verwaltung zur Verfügung gestellt werden müssen.

So stark aber die Volkswirtschaft, namentlich die Industrie und die Versorgung der Haushaltungen mit industriellen Erzeugnissen, durch die Herausnahme des großen und mannigfaltigen Bedarfs unseres Volksheeres ergriffen wurde, so viel tiefer waren doch die Eingriffe in die Tätigkeitssphäre und die Bedarfsbefriedigung des einzelnen, welche aus der Aufgabe entstanden, den unentbehrlichen Nahrungsbedarf für das ganze Volk zu sichern.

Die jährliche Zufuhr von Nahrungs-, Futter- und Düngemitteln nach Deutschland umfaßte vor dem Kriege nach Abzug derjenigen Mengen, die wir dem Auslande lieferten, nicht weniger als 11 Millionen Tonnen im Werte von $2^1/_2$ Milliarden Mark oder auf den Kopf der Bevölkerung 40 Mark. Die Physiologen berechnen den von außen bezogenen Anteil auf 28 Prozent der verbrauchten Eiweißmengen und 20 Prozent der benötigten Wärmeeinheiten. Die Sicherstellung einer ausreichenden Ernährung war also ein schwieriges Problem, seine Lösung nicht weniger eine Voraussetzung des Sieges als die Beschaffung der Kriegsmaterialien. Als aber der Krieg ausbrach und die Sperre über unseren Außenhandel verhängt wurde, erlebten wir ein höchst merkwürdiges Schauspiel. Noch in den Tagen der Mobilmachung, am 4. August 1914, erging das Reichsgesetz über die Höchstpreise. Die Preisregulierung blieb für 5—6 Monate fast die einzige Maßnahme auf dem Gebiet der Nahrungsmittelversorgung. Der Bundesrat und an seiner Stelle die Landeszentralbehörden wurden ermächtigt, Höchstpreise für Gegenstände des täglichen Bedarfs, für Nahrungs- und Futtermittel, für rohe Natur-

erzeugnisse überhaupt, für Heiz- und Leuchtstoffe festzusetzen. Von dieser Ermäßigung machten die Behörden ausgiebigen Gebrauch. Vom Oktober 1914 an wurden Getreide und Speisekartoffeln in einheitlicher Weise durch den Bundesrat territorial abgestuften Höchstsätzen unterworfen. Jede Überschreitung des Höchstpreises ist mit Strafen bedroht. Es handelt sich aber nicht um bloße Preistaxen: Der Eigentümer darf seine Vorräte nicht verheimlichen und ist zum Verkauf verpflichtet, soweit er die Waren nicht zum eigenen Bedarf gebraucht. Die zuständige Behörde kann verfügen, daß das Eigentum an solchen Nahrungsmitteln einer von ihr bezeichneten Person auf deren Antrag übertragen wird. Es ist eine Anordnung ganz im Sinne des Fichteschen geschlossenen Handelsstaates. In unserer Gesetzgebung muß man auf das preußische Landrecht zurückgehen, um der Vorschrift zu begegnen, daß der Staat jeden zum Verkauf seiner Sachen, besonders auch zum Verkauf der Getreidevorräte zwingen kann, wenn es zum Wohl des Gemeinwesens notwendig ist.

Nach der Begründung des Gesetzes vom 4. August wollte man durch den Höchstpreis »spekulativen und unlauteren Machenschaften entgegentreten, die Masse der ärmeren Bevölkerung vor Ausbeutung schützen«; es sollte aber auch der schwierigen Lage der Produzenten und Händler gebührend Rechnung getragen werden, dem Verkäufer müsse ein den Verhältnissen angemessener Nutzen verbleiben. Kurz, man suchte nach einem justum pretium, ein Begriff, der mit der zunehmenden Ausweitung der Verkehrsbeziehungen mehr und mehr aus der Rechtsordnung, aber niemals aus dem Rechtsbewußtsein des Volkes verschwunden war. Hatte sich doch im Kreise der bäuerlichen Familien der Grundsatz billig-mäßiger Auseinandersetzung unter den Familiengliedern erhalten, wenn es galt, die große Rechnung aufzustellen, die notwendig wird, sooft ein Grundbesitzer sein Lebenswerk vollendet hat und sein Vermögen zwischen dem Hofesnachfolger und seinen Geschwistern zu teilen ist. Trotz der formalen Gewerbe- und Verkehrsfreiheit waren ethische Vorstellungen auch immer ein wesentlicher Bestandteil der Preisbildung und der daran geübten öffentlichen Kritik geblieben: bei der Festsetzung der Arbeitslöhne und Gehälter, bei den Aufschlägen, die der Kaufmann, der landwirtschaftliche oder industrielle Unternehmer auf die Selbstkosten macht, mag es sich um Vorgänge des freien Wettbewerbs oder des organisierten Preiskampfes der Verbände handeln. Nunmehr wurde aber der gerechte Preis zur zwingenden Norm für die wichtigsten Gegenstände des täglichen Bedarfs. Die Empfindung verteilender Gerechtigkeit war so stark, daß, ganz wie im Fichteschen Handelsstaat, darüber die Bedeutung fast vergessen wurde, welche die

Preise für die Anpassung des Verbrauchs an den vorhandenen Vorrat und für die Ordnung der Produktion nach Maßgabe der Dringlichkeit des Bedürfnisses besitzt. Es sollte sich aber bald rächen, daß man bei dieser Regelung die Lehren der Nationalökonomie nicht beachtet hatte.

Die Lebensmittelpreise waren in der ganzen Welt während des Krieges sehr stark gestiegen. In London stand der Weizenpreis bald höher als in Berlin. Die obrigkeitliche Preisregelung lähmte deshalb das Bestreben findiger Kaufleute, Nahrungsmittel von außen auf Umwegen herbeizuschaffen. Da die deutsche Industrie mit großer Elastizität sich den Kriegsaufgaben anpaßte, an Verdienst und Arbeitsgelegenheit kein Mangel war, lebten die Menschen trotz starker Verringerung der Vorräte zunächst nicht anders wie bei gutem Arbeitsverdienst im Frieden. Endlich hatte der obrigkeitliche Eingriff in die Preisbildung unerwartete Verschiebungen in der Verteilung der Nährstoffe auf die Menschen und die Haustiere zur Folge. Denn mit vegetabilischer Nahrung waren wir verhältnismäßig reich versorgt. Deutschland bringt an Kartoffeln mehr als irgendein Land der Erde hervor, und 8—9 Zehntel des bisherigen Gesamtverbrauchs an Brotgetreide. Aber der Verbrauch von Erzeugnissen der Tierzucht hatte sich mit der Ausbreitung städtischer Lebensweise in einem Maße gesteigert, und der deutsche Viehstand war so weit über die Futtererträgnisse des heimischen Bodens vermehrt worden, daß etwa $^1/_3$ des Fleischbedarfs und $^1/_4$ der Milch unmittelbar oder — und vor allem — auf dem Umwege über die eiweißhaltigen Futtermittel vom Auslande vor dem Kriege bezogen werden mußte. Kraftfuttermittel, russische Gerste, ölhaltige Früchte aus den heißen Gebieten der Erde bildeten jetzt den Hauptgegenstand des Mangels. Man konnte den Ausfall in der Zufuhr pflanzlicher Nahrungsmittel für die Menschen leicht ausgleichen, wenn man die beträchtlichen, bisher den Tieren zugewandten Mengen von einheimischen Roggen und einheimischen Kartoffeln für die Menschen in Anspruch nahm und dadurch vollständiger nutzbar machte. Bei freier Preisbildung wäre dies auch wahrscheinlich geschehen, denn der Grenznutzen dieser Stoffe mußte sich in dem Maße erhöhen, als sie für die menschliche Nahrung unentbehrlich wurden. Anderseits hätte die Verteuerung der Kraftfuttermittel zu vorübergehender Verbilligung des Fleisches und raschem Abschlachten der überflüssigen Fresser führen müssen. Beides aber wurde durch obrigkeitlichen Eingriff verhindert oder erschwert.

Die Höchstpreise machten die wichtigsten Gegenstände der Volksnahrung zu den billigsten Futtermitteln. Ganze Eisenbahnzüge, beladen mit Roggen, gingen nach dem nordwestlichen Deutschland, um die russische Gerste als Futter für die Schweine zu ersetzen. Die Kartoffeln

wurden nicht bloß zur Fütterung der Schweine, sondern auch der Rinder und Pferde sehr stark herangezogen. Überdies hatten die landwirtschaftlichen Verwaltungen Mahnungen zur möglichst vollzähligen Erhaltung der Viehstände, ja Schlachtverbote am Anfang des Krieges erlassen, Vorschriften, die erst im Januar 1915 außer Kraft traten. Als man bemerkte, wie rasch die Nahrungsmittelvorräte dahinschwanden, ergriff man indessen Gegenmaßregeln von steigender Schärfe. Man entzog (seit Anfang November) den Tieren einen großen Teil der Kleie und einen kleinen Teil der Kartoffeln durch zwingende Vorschriften über das verschärfte Ausmahlen des Brotgetreides und über das Einbacken von Kartoffeln ins Roggenbrot. Ende 1914 veranlaßte die preußische Staatsregierung die Begründung einer gemeinnützigen »Kriegsgetreidegesellschaft« mit der Aufgabe, Vorräte an Brotgetreide für die letzten Monate des Erntejahres aufzuspeichern. Endlich entschloß sich der Bundesrat durchzugreifen: Vom 1. Februar d. J. an wurde alles Brotgetreide zugunsten der Kriegsgetreidegesellschaft beschlagnahmt, damit der Verfütterung entzogen und die Handhabe gewonnen, jedem im Lande seinen täglichen Mehl- und Brotanteil genau zuzumessen. Der Beschlagnahme des Brotgetreides folgte diejenige des Hafers für die Kriegspferde; denn auch die Hafervorräte, die dem Friedensbedarf zu genügen pflegten, waren nicht bloß für den Feldzug, sondern auch für die heimischen Nutztiere besonders stark in Anspruch genommen worden. Nicht weniger wurden die Gerste und (im April) die Kartoffeln für die Volksnahrung sichergestellt. Auch traf man (seit Januar 1915) Vorkehrungen, um, wo nötig unter Anwendung eines Zwanges, die überzähligen Schweine unter planmäßiger Ansammlung von Fleischvorräten abzuschlachten. Den verspäteten Abschluß bildete die Beschlagnahme und Verteilung der Vorräte an Kraftfuttermitteln.

So hatte die Logik der Entwicklung aus der Festsetzung der Höchstpreise und der Lieferungspflicht der Produzenten eine obrigkeitliche Vorratswirtschaft hervorgehen lassen. Die öffentliche Gewalt übernahm notgedrungen selbst die sonst der freien Preisbildung des Marktverkehrs zufallende Funktion, den Einklang zwischen Vorrat und Bedarf herzustellen. Die Kaufleute, soweit sie überhaupt noch an der Versorgung mit Nahrungsmitteln beteiligt blieben, wurden wie im Fichteschen geschlossenen Handelsstaat zu Organen der Obrigkeit, die Landwirte und Müller zu ihren Lagerhaltern.

Der Umkreis der obrigkeitlichen Bedarfsregulierung ergriff auch die Nebenzweige der Landwirtschaft. Die Herstellung von Trinkbranntwein und Bier wurde zugunsten der menschlichen Nahrung beschränkt, die reichen Zuckervorräte dem freien Verkehr entzogen und in einem bestimmten Verhältnis auf Mensch und Tier verteilt. Die Staatsforsten

öffneten sich dem Eintrieb von Schweinen und Rindern. Mit öffentlichem Kredit wurde die Konservierung der Kartoffelvorräte durch Trocknungsanlagen organisiert. Die Kälteindustrie trat in den Dienst der großen Gemeinden, um die Aufspeicherung der Fleichvorräte zu ermöglichen.

Wie die Ablieferung von Gegenständen der Nahrung für Mensch und Vieh, so wurde die Nutzbarmachung der Quelle alles stofflichen Reichtums, des Bodens, zu einer öffentlichen Pflicht. Große Teile von Ostpreußen waren verwüstet, anderwärts fehlte es an Arbeitskräften, weil der Besitzer und seine Knechte im Felde standen. Soweit nun der Berechtigte die Bestellung nicht übernehmen kann oder will, ist nunmehr die Behörde befugt, die Nutzung des Grundstücks dem Berechtigten zu entziehen und dem Kommunalverband gegen oder ohne Entschädigung zu übertragen (Bundesratsverordnung vom 31. März 1915).

Wir haben in Deutschland sehr große Flächen unbebauten Ödlands, Mooren und Heiden. Der Krieg beschleunigte ihre Erschließung. In Preußen können die Eigentümer auf Anordnung des Landwirtschaftsministers zu Zwangsgenossenschaften nach Art der Deichverbände vereinigt werden; der Zwangsverband wandelt das Ödland nach einheitlichem Plane in Äcker, Wiesen und Weiden um, beschafft die Vorflut und stellt die erforderlichen Wege her, kann auch selbst die Ländereien bewirtschaften und nutzen (Preuß. Verordnung vom 7. November 1914). Schon sind 65000 ha Land in 109 solcher Genossenschaften zur Bodenverbesserung vereinigt. Die Vornahme öffentlicher Arbeiten seitens der Wasserbau- und Eisenbahnverwaltung ist im Interesse der Beschäftigung von Arbeitslosen oder von Kriegsgefangenen durch ein vereinfachtes Enteignungsverfahren erleichtert worden (Preuß. Verordnung vom 11. September 1914).

So ist eine weitere Fichtesche Forderung erfüllt worden, der alte Rechtsgrundsatz wiederaufgelebt, wonach Landbesitz verpflichtet und die Allgemeinheit eintritt, wo der einzelne versagt.

In großem Umfange werden Zwangsarbeiter zur Bodennutzung herangezogen: Kriegsgefangene, die mit landwirtschaftlichen Arbeiten vertraut sind, zur Ödlandskultur und zum Ersatz für einberufene Mannschaften bei der Feldbestellung und Ernte. Geschulte Bergleute unter den Kriegsgefangenen werden mit ihrer Zustimmung in den Kohlenbergwerken beschäftigt. Als der Krieg ausbrach, hatten wir mehrere Hunderttausend russischer Wanderarbeiter im Lande. Man hat sie festgehalten und unter obrigkeitlicher Regelung ihrer Löhne zur Fortführung der Arbeiten genötigt. In den besetzten Gebieten von Belgien, Nordfrankreich und Rußland wird jeder verfügbare Fleck Erde zur Bestellung herangezogen. Die Etappenkommandanturen liefern der Be-

völkerung Saatgut gegen die Verpflichtung zur Rückgabe nach der Ernte. Wo die Bevölkerung fehlt, in den Operationsgebieten des Westens, werden die Bestellungsarbeiten in Riesenbetrieben mit Kriegspferden und Motorpflügen durch unsere Soldaten unter Zuhilfenahme russischer Gefangener vorgenommen.

Sehen wir ab von der Wirtschaftsorganisation aus dem Titel der Eroberung, so gestaltet sich demnach die Rechtslage auf dem Gebiet der Versorgung mit Nahrungsmitteln und Kriegsrohstoffen wie folgt: Die Güterproduktion bleibt Sache der Privaten, das Privateigentum eine Sphäre grundsätzlich freier Betätigung. Nur dort, wo der einzelne es unterläßt, seinen Bodenbesitz nutzbar zu machen, tritt der öffentliche Verband an seine Stelle; und wo Bodenverbesserungen zweckmäßig nur durch größere Gemeinschaften vorgenommen werden können, vereinigt der Staat die Eigentümer zu Zwangsgenossenschaften.

Aber wer immer Vorräte an Nahrung und Kriegsgut über den eigenen Bedarf hinaus besitzt, muß sie der Gesamtheit gegen feste Übernahmepreise zur Verfügung stellen. Dies alles entspricht den Fichteschen Forderungen und Vorstellungen.

Die Bewirtschaftung der beschlagnahmten Vorräte liegt teils in den Händen des Staates und der Gemeinde, teils bei monopolistischen Berufsverbänden. Im einen wie im andern Falle hat man den fruchtbaren Gedanken der Selbstverwaltung zu verwirklichen, die Erfahrung und Sachkenntnis der Landwirte, Industriellen und Händler nutzbar zu machen versucht. Auch wurden durchweg Formen der gemeinwirtschaftlichen Unternehmung gewählt, welche der Geschäftsführung möglichst freie Bewegung, Unabhängigkeit von bureaukratischen Schablonen und Kontrollen gestatten. Betrachten wir die einzelnen Organisationen. Die Verwaltung der Kriegsrohstoffe ist Sache des Kriegsministeriums und der ihm angegliederten Verwaltungsstellen in Belgien und Polen. Für jede Rohstoffgruppe aber besorgen Abrechnungsstellen und, wo ein Garantiekapital notwendig erschien, Rohstoffgesellschaften als Hilfsorgane des Kriegsministeriums die Sammlung und Verteilung der Rohstoffe an die Heereslieferanten. Es wurde der Versuch gemacht, das Gewinnstreben aus der Geschäftsführung dieser Verbände möglichst auszuschalten. Der Form nach Aktiengesellschaften, schütten die Kriegsrohstoffgesellschaften doch weder Dividenden noch Liquidationsgewinne aus; Vorstand und Aufsichtsrat arbeiten im Ehrenamte, Staatsbeamte mit Vetorecht handhaben die Aufsicht. Ein besonderes Organ, die Abschätzungs- und Verteilungskommission — zum Teil von neutralen Personen geführt — hat die Aufgabe, zwischen den Interessenten, gleichviel ob sie der Gesellschaft angehören oder nicht, zu vermitteln. Den Gesellschaften ist zur Pflicht gemacht, jeden Nichtaktionär in gleicher Weise zu berücksich-

tigen wie den Aktionär. Dafür sollen die von den Handelskammern ernannten Mitglieder der Verteilungskommission eintreten. Die Rohstoffgesellschaften begutachten auch die bei der Enteignung der beschlagnahmten Vorräte zu zahlenden Preise. Werden für die Friedensindustrie Bestände erübrigt, so beantragen sie deren Verteilung. In diesem Fall ergibt sich aus der Vorausberechtigung des Kriegsministeriums auf die Kriegsrohstoffe die Notwendigkeit, seinerseits auch in die Verhältnisse der Friedensindustrie ordnend einzugreifen. Die Verteilung geht unter Mitwirkung der industriellen Verbände vor sich. Gegenüber den starken Preissteigerungen der Rohstoffe und Fabrikate erstrebte man freie Vereinbarungen mit den Produzenten und Abnehmern; doch sah sich der Bundesrat mehrfach veranlaßt, Höchstpreise festzusetzen, so für die Metall-, die Woll- und die Lederindustrie.

In ähnlicher Weise wie die Kriegsrohstoffabteilung arbeitet die dem Kriegsministerium angegliederte Zentralstelle für den Heeresbedarf an Nahrungs- und Futtermitteln. Ihr untersteht auch die Verwaltung der beschlagnahmten Hafer- und Gerstevorräte, während deren Unterverteilung auf die Besitzer der Privatpferde den Gemeindeverbänden obliegt.

Die Kriegsgetreidegesellschaft, die den Brotgetreidevorrat des deutschen Volkes verwaltet, ist eine gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung, deren Kapital vom preußischen Staat im Verein mit 48 deutschen Großstädten und einer Anzahl großgewerblicher Unternehmungen aufgebracht worden ist. Im Aufsichtsrat ist auch die Landwirtschaft vertreten. Die Kriegsgetreidegesellschaft finanziert und bewegt die vorhandenen Getreidevorräte an den Ort des Bedarfs, läßt sie ausmahlen und versorgt die Städte, die ihrerseits die Unterverteilung bewirken. Dagegen ist die Kartoffelversorgung eigene Angelegenheit der Kommunalverbände und einer für sie vom Reich errichteten Vermittelungsstelle. Die Sammlung und Verteilung der Kraftfuttermittel und Futterersatzstoffe ist der Bezugsvereinigung deutscher Landwirte übertragen, die sich schon seit Jahrzehnten als Zentralstelle für den gemeinsamen Einkauf landwirtschaftlicher Hilfsstoffe bewährt hat. Sie umfaßt die Genossenschaftsverbände, die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft, die Bauernbünde und den Bund der Landwirte.

So ist der vielgestaltige Apparat beschaffen, dem die fast unlösbar scheinende Aufgabe zufiel, den Heeres- und Nahrungsbedarf eines 70-Millionen-Volkes einheitlich zu organisieren. Das Werk konnte nur gelingen, weil, wie kaum einem andern großen Volke, uns drei Kräftegruppen zur Verfügung stehen: das zuverlässige, von starkem Ehr- und Pflichtgefühl getragene Berufsbeamtentum des Staats und der Gemeinden, dem sich in Stadt und Land eine Fülle von geschäfts-

erfahrenen Männern der Selbstverwaltung angliederte; vortreffliche wissenschaftliche Kräfte, deren Rat besonders für die Beschaffung von Ersatzstoffen in Anspruch genommen wurde, und endlich eine Unternehmerschaft, die in den Erwerbs- und Wirtschaftsgenossenschaften, in den Berufsgenossenschaften der Arbeiterversicherung, in industriellen Kartellen und Syndikaten zu planmäßigem Zusammenwirken geschult und einen Stab von tüchtigen Wirtschaftsbeamten herangebildet hatte.

Allerdings mußten für die Kriegsaufgaben fast durchweg neue Organisationen in kürzester Zeit geschaffen werden, und sie erwuchsen nicht nach einheitlichem Plane, sondern nach und nach aus den Bedürfnissen des Tages. Es kann deshalb nicht wundernehmen, wenn man wohl nicht überall sogleich die richtigsten Formen für die neue Arbeit gefunden hat. Am besten scheint mir die Aufgabe dort gelöst, wo man die verantwortliche Geschäftsführung öffentlichen Beamten zuwies, auch bewährte Kräfte aus dem Geschäftsleben und der beruflichen Selbstverwaltung als öffentliche Beamte anstellte, den Leitern einen Beirat von unabhängigen Sachverständigen gab, die eigentlichen Interessenten aber nur als Auskunftspersonen heranzog. Man bedurfte einer Übergangszeit, ehe überflüssige Vermittler- und Wuchergewinne, über die noch immer bei Kriegslieferungen geklagt worden ist, ausgeschaltet werden konnten. Dem militärischen Lieferungswesen fehlte es zunächst an der notwendigen Zentralisation; es entwickelte sich ein ungesunder Wettbewerb unter den verschiedenen Stellen, welche die rasch zu erfüllenden Heeresaufträge vergaben.

Nicht mit einem Schlage und nicht ohne starke Reibungen konnten die großen sachlichen Schwierigkeiten der Aufgabe überwunden werden; nur allmählich ließen sich die Grundsätze finden, die einen billigen Ausgleich der Interessen zwischen Stadt und Land, Kriegs- und Friedensindustrie, Rohstoffeigentümern und -verbrauchern gestatteten. Aber im großen und ganzen ist doch ein bewundernswertes Werk vollbracht und vor allem das eigentliche Ziel, die Bedarfssicherung, erreicht worden.

Durch Einschränkung der Friedensbedürfnisse, Verwendung von Ersatzmitteln und Altmaterial, Errichtung und finanzielle Unterstützung neuer Fabriken, durch Einfuhr aus neutralen Ländern und durch Zufuhr aus Feindesland ist es gelungen, den Feldzug im wesentlichen unabhängig zu machen von den Beschränkungen des Rohstoffmarktes. Wenn es freilich möglich wurde, trotz der Schließung unserer Häfen Textilstoffe, besonders auch Wolle, genug zu beschaffen, um damit das deutsche Kriegsheer mehrmals neu bekleiden und Hunderttausenden von Spinnern und Webern lohnende Arbeit sichern zu können, so fällt dieses Verdienst dem siegreichen Feldheere zu. Denn es waren die

Mittelpunkte der Wollversorgung und die reichsten Lager des europäischen Festlandes, die unsere Truppen mit den eroberten Gebieten der der deutschen Kriegswirtschaft eingliederten.

Die notwendigsten Lebensmittel sind trotz der anfänglichen Verschwendung in einer Menge verfügbar, welche die kräftige Ernährung der Mannschaften in Heer und Flotte und eine vollkommen ausreichende Ernährung der Daheimgebliebenen bis tief ins neue Erntejahr gestattet. Die im Februar 1915 auf $^2/_3$ des hergebrachten Bedarfs festgesetzte Brotration kann von Mai und Juni an, d. h. gerade in den Monaten wesentlich erhöht werden, für welche bekannte Gelehrte des Auslandes den Ausbruch der Hungersnot prophezeiten. Die öffentliche Verwaltung der Vorräte gibt vollends die Gewähr auskömmlicher Ernährung für das der neuen Ernte folgende Jahr. Wohl sind die Lebensmittel teuer geworden, aber dank dem Eingriff der öffentlichen Gewalt weniger als in England.

Der deutsche Kriegssozialismus hat uns also die materiellen Grundlagen der politischen Unabhängigkeit bewahrt. Es muß als ausgeschlossen gelten, daß das kapitalistische System im freien Spiel seiner Kräfte das gleiche zu leisten vermocht hätte, und wenn es die Aufgabe löste, wäre es um den Preis maßloser Gewinne auf der einen, des härtesten Druckes für die ärmere Bevölkerung auf der anderen Seite geschehen. —

Die auf Rechtszwang begründete Gemeinwirtschaft ist aber auf die Existenzbedürfnisse der Nahrung und der Kriegsmittel beschränkt geblieben. Für die ganze übrige Volkswirtschaft hat der Krieg grundsätzliche Änderungen nicht hervorgebracht. Dort herrscht nach wie vor nicht der Zwang, sondern der freie Verkehr, und das Motiv der Wirtschaftsführung ist nicht sowohl die Deckung des Bedarfs der Bevölkerung, als die Erzielung von Marktgewinnen. Jeder Krieg gefährdet aber das System der wechselseitigen Absatz- und Kreditverkettung der Unternehmungen, weil es auf dem Vertrauen in die Konstanz der allgemeinen Wirtschaftsbedingungen, in die Zuverlässigkeit, Leistungs- und Zahlungsfähigkeit aller am Verkehr Beteiligten beruht. Nur allzu leicht tritt eine Panik ein, die das ganze Wirtschaftsleben lahmlegt, den Unternehmungsgeist erstickt, die Werke stillsetzt und in die Massen Arbeitslosigkeit und Elend trägt. Für Deutschland war in diesem Krieg die Gefahr besonders groß. Denn die Unternehmungen und alle wirtschaftliche Arbeit mußten hier nicht bloß wie anderwärts leiden unter der Einziehung vieler Millionen von Erwerbstätigen zur Fahne, den unvermeidlichen Störungen im Güterverkehr, und den aus der Sorge um die Zukunft entspringenden Einschränkungen; die Eröffnung des Wirtschaftskrieges beraubte die nächst der englischen

stärkst entwickelte Exportindustrie ihres Absatzes, unterbrach die Seeschiffahrt, entzog zahlreichen Produktionszweigen ihre Rohstoffe und verhinderte die Einziehung deutscher Forderungen im feindlichen oder überseeischen Ausland, den Zufluß an Einkünften aus den dort angelegten, auf 20 Milliarden Mark geschätzten Kapitalien.

Dennoch ist es zu einer Kriegspanik nicht gekommen, der Verkehrsmechanismus blieb in Schwung, und überaus schnell vollzog die Industrie die Anpassung an den Kriegszustand mit allen hierzu erforderlichen Kapital- und Arbeitsverschiebungen.

Drei Ursachenreihen wurden hier von entscheidender Bedeutung.

Der Glaube an die Gerechtigkeit unserer Sache und die Großtaten unserer Kriegsmacht weckten und stärkten das Vertrauen zu dem gesicherten Fortbestand des deutschen Staates und der deutschen Volkswirtschaft. Der Krieg, der den heimischen Boden von feindlicher Besetzung dauernd frei hielt oder bald frei machte, brachte der Wirtschaft auch unmittelbare Hilfe. Denn er beschaffte einen großen Teil der fehlenden Rohstoffe; die Ankäufe der Kriegsverwaltung eröffneten Erwerbsquellen, ergiebig genug, um die fortfallende Ausfuhr zu ersetzen, und alle diese Bestellungen kamen infolge der Handelssperre der heimischen Arbeit restlos zugute. Auch zwang der Abschluß der Grenzen dazu, viele Waren des laufenden Bedarfs in Deutschland herzustellen, die bisher vom Auslande bezogen waren.

Das zweite war die kraftvolle Aufrechterhaltung der vermögensrechtlichen Verpflichtungen. Im Gegensatz zu allen andern kriegführenden und zu vielen neutralen Staaten erließ Deutschland kein Moratorium. Der Zwang zur pünktlichen Bezahlung jeder Schuld bedeutete aber auch den Zwang, die Geschäfte fortzuführen, die Fabriken offenzuhalten, und, wenn die alten Erwerbsgelegenheiten versiegten, neue zu suchen.

Schufen der Kriegserfolg und die Privatrechtsordnung die psychischen und wichtige materielle Voraussetzungen für die Fortdauer und Umlenkung des Kreislaufs im Körper unserer Volkswirtschaft, so fällt das Verdienst zielbewußter Leitung und Ausführung vornehmlich den beiden gemeinwirtschaftlichen Institutionen zu, welche unseren Verkehrsorganismus beherrschen und tragen: den Staatseisenbahnen und der Reichsbank.

Die Eisenbahnen haben nicht bloß, wie es in einem Kaiserlichen Dankerlasse heißt, »mit beispielloser Sicherheit und Pünktlichkeit« immer wieder riesenhafte Kriegstransporte erledigt, sondern auch die Neugestaltung der Volkswirtschaft durch ihre Tarifpolitik ohne engherzige Rücksicht auf das fiskalische Interesse angeregt und ermöglicht. Sie lenkten den Verkehr in neue Bahnen; an Stelle des Warenaustausches zwischen dem Binnenlande und den deutschen Seehäfen trat

der Austausch mit den neutralen Häfen, zwischen den Industriegebieten des Westens und den Agrarbezirken des Ostens. Jedem Bedürfnis der Ernährung von Mensch und Vieh, der Zufuhr vom und zum besetzten Feindesland haben die Staatseisenbahnen zu genügen gewußt.

Die wirtschaftlichen Mittel aber zur Umsteuerung der Wirtschaft stellte die deutsche Kreditorganisation unter Führung der Reichsbank zur Verfügung. Die internationalen Börsen versagten beim Herannahen des Krieges vollständig. Sie schlossen unter Vortritt der Londoner Stock Exchange ihre Türen, so daß die sichersten Papiere nicht mehr zu verwerten waren; die Privatbanken schränkten bei Ausbruch des Krieges ihre Kreditgewährung zunächst aufs äußerste ein. Die Reichsbank wurde damals zur einzigen Geld- und Kreditquelle.

Ihr Präsident hatte schon vor dem Kriege durch eine Reihe von wohldurchdachten Maßnahmen die durch das Aufkommen der Großbanken geschwächte Stellung der Reichsbank zu kräftigen gewußt, sie wieder zu einer wirklichen Zentralinstanz unserer Volkswirtschaft erhoben, auf die erhöhte Liquidität der deutschen Volkswirtschaft hingewirkt und die deutsche Valuta durch die Vermehrung des Goldschatzes der Bank gefestigt. Alle wirtschaftlichen Vorkehrungen für den Fall eines ausbrechenden Krieges waren seitens der Reichsbank im voraus durchdacht. Nunmehr sah sie sich in der Lage, nicht bloß dem Reich die Kosten der Kriegführung bis zur Aufnahme von Anleihen vorzuschießen, sondern auch den gesteigerten Anforderungen des privaten Verkehrs an Zahlungsmitteln und Kredit zu genügen. Nirgendwo beruht das Wirtschaftsleben in dem Maße wie in Deutschland auf der Kreditgewährung. Nach kurzer Stockung aber funktionierte das ganze Kreditsystem so, daß jeder gesunde Kreditbegehr der Befriedigung sicher war. Eine Verbreiterung der Kreditbasis brachten die zu Beginn des Krieges vom Reich eingerichteten, von der Reichsbank verwalteten und finanzierten Darlehnskassen; sie gaben Gelegenheit, durch Verpfändung von Wertpapieren und Waren Betriebsmittel flüssig zu machen. Der Bankdiskont stieg in England bis auf 10 Prozent, in Deutschland hat er den Satz von 6 Prozent niemals überschritten und konnte seit Ende Dezember auf 5 Prozent ermäßigt werden. Der Zinsfuß, den die Berliner Privatbanken für täglich abhebbare Gelder vergüteten, sank vom 14. August bis anfangs 1915 von $4^1/_2$ Prozent auf 2 Prozent.

Durch Löhnungen und Kriegslieferungen, die stets bar beglichen werden, durch das allseitige Streben nach Abwickelung und Auseinandersetzung ist der Bedarf an Umlaufsmitteln sehr vermehrt worden. Er findet seine Deckung vornehmlich durch Banknoten und Darlehns-

kassenscheine. Beider Ausgabe ist höchst elastisch gestaltet worden. Die von der Reichsfinanzverwaltung ausgestellten Schatzanweisungen und Wechsel gelten, wie die aus dem Warenverkehr hervorgehenden, von der Reichsbank diskontierten Wechsel, unter der Voraussetzung einer höchstens dreimonatigen Laufzeit als bankmäßige Notendeckung. Die Reichsbank gibt also nach Maßgabe der erhöhten oder verringerten Inanspruchnahme ihres Kredits durch das Reich mehr oder weniger Banknoten aus. Die Darlehnskassenscheine aber, für die das Reich einsteht und die außerdem durch Pfänder gesichert sind, wurden der Bardeckung gleichgestellt; für jeden Darlehnskassenschein könnte deshalb die Reichsbank den dreifachen Betrag an Noten ausgeben. Tatsächlich verfährt sie so, daß sie den Darlehnskassen Darlehen in Noten gibt, den gleichen Betrag in Darlehnskassenscheinen erhält und davon soviel in Verkehr bringt, als sich Bedarf an kleinen Zahlungsmitteln zeigt. Denn die Scheine lauten ausschließlich auf Beträge von 1 bis 50 Mark. Die Darlehnskassen aber zahlen ihre Dahrlehen in beliebigen Zahlungsmitteln, besonders in Reichsbanknoten aus. Bis zum Schluß des Jahres 1914 hatte die Reichsbank 446 Millionen Mark Darlehnskassenscheine dem freien Verkehr zugeführt, während der ihr verbliebene Vorrat an solchen Scheinen zum gleichen Termin die Höhe von 871 Millionen Mark erreichte. An Banknoten aber waren am 31. Dezember 1914 5 Milliarden Mark im Umlauf. Die Reichsbanknoten sind zum weitaus wichtigsten Zahlungsmittel geworden; sie besitzen gesetzliche Zahlungskraft, ihre Einlösbarkeit ist aber durch Gesetz vom 4. August 1914 vorläufig aufgehoben worden, weil nicht anders ein Abfließen des Goldes verhindert werden konnte, während doch alle Mittel, um von außen Gold hereinzuziehen, wegen der Sperrung unserer Grenzen versagen mußten. Alles Gold ist seitdem aus dem deutschen Verkehr verschwunden und dennoch eine Entwertung der Geldersatzmittel im inneren Verkehr nicht eingetreten. Es besteht also eine Verfassung, welche die von Fichte im »geschlossenen Handelsstaat« vertretene und von Knapp systematisierte Anschauung zu bestätigen scheint: »das Geld ist ein Geschöpf der Rechtsordnung«. In der Tat machen die Erfahrungen dieses Krieges wahrscheinlich, daß in einer geschlossenen Volkswirtschaft die Lösung des Geldes von seinem stofflichen Wert geschehen könnte, ohne seine Wertbeständigkeit zu beeinträchtigen. Wenn die ausländischen Wechselforderungen, die in dem noch fortdauernden geringfügigen Handelsverkehr mit Deutschland entstehen, einen ungünstigen Stand haben, so ist dies so wenig ein Zeichen des verringerten Wertes der Valuta wie das gleichzeitige Herabgehen der französischen oder englischen Wechselkurse in den neutralen Ländern, vielmehr lediglich eine Folge der völlig veränderten Handelsbilanz.

Über den Wert unseres Geldes im Binnenverkehr entscheidet das Vertrauen der deutschen Bevölkerung in die Wertbeständigkeit des Geldes, und das Vertrauen ängstlicher Gemüter findet, wie nicht zu übersehen ist, an dem Goldbestand der Reichsbank eine starke Stütze.

Ihr Goldschatz hat sich vom 31. Juli 1914 bis zum 30. April 1915 fast verdoppelt — er wuchs von 1253 Millionen auf 2368 Millionen Mark. Etwa 200 Millionen Mark entstammten der Überweisung des Reichskriegsschatzes, das weitaus meiste aber floß aus dem freien Verkehr zu, ein schönes Zeichen der Zuversicht, der Einsicht und Vaterlandsliebe der großen Mehrheit unseres Volkes. Mit Recht bemerkt der Jahresbericht der Reichsbank, es stehe »in der Münz- und Bankgeschichte aller Länder und Völker ohne Beispiel da, daß während einer Kriegskrisis von solcher Schwere die Bevölkerung das in ihrem Besitz befindliche Gold freiwillig zur Zentralnotenbank trägt«, statt es zu verstecken.

Trotz der vermehrten Notenausgabe übersteigt die Golddeckung für die Reichsbanknoten mit jetzt 44.6 Prozent, die bei uns hergebrachte Norm von $^1/_3$[1]. So sind wir weit von den Übelständen einer Papiergeldwirtschaft entfernt, und niemand bezweifelt, daß nach dem Kriege die Goldzahlungen wieder aufgenommen werden, die Wiedereingliederung unserer Volkswirtschaft in die Weltwirtschaft auf diese Weise sich ohne Währungsschwierigkeiten vollziehen wird.

Fügen wir noch hinzu, daß es im Kriege gelang, eine einheitliche Organisation des Arbeitsnachweises anzubahnen und einen vollen Frieden zwischen Unternehmern und Arbeitern zu erhalten, daß Gewerkschaften und Gemeinden für die Unterstützung von Erwerbslosgewordenen Großes leisteten, so sind die Mittel und der Geist gekennzeichnet, die dem auf den freien Verkehr gestellten Teil unserer Volkswirtschaft ihr Gedeihen sicherten.

Die Erfolge liegen greifbar zutage in den niedrigen Ziffern der Arbeitslosigkeit, der bedeutenden Zunahme der Sparkassenguthaben (1914 um 900 Millionen Mark) und der Bankdepositen, in der mühelosen Begebung der größten Kriegsanleihen aller Zeiten. Die Beteiligung der kleinen Sparer und Kapitalisten daran zeigt, daß nicht bloß die Unternehmer, sondern auch die Arbeiter in der Kriegswirtschaft gut verdient haben.

Freilich ist alles in der geschlossenen Volkswirtschaft umlaufende Geld nur eine Anweisung auf den inländischen Gütervorrat und dessen Reproduktion im Kriege zweifellos verringert. Die Zahl der Schaffen-

[1] Am 31. Juli 1914 war das Deckungsverhältnis: 43.1 Prozent. In Frankreich sank es bei viel stärkerer Notenausgabe in dem gleichen Zeitraum von 62 auf 36 Prozent.

den ist um viele Millionen verkleinert, die private Bautätigkeit stockt, einzelne Industriezweige, besonders die dem Luxus dienen, arbeiten mit halber Kraft. Die Kriegslieferungen aber werden verbraucht, und der Krieg, der um höhere Güter geführt wird, schafft unmittelbar seinen volkswirtschaftlichen Gegenwert nur, wenn es gelingt, vom besiegten Feinde eine Kriegsentschädigung zu erhalten. Die wichtigste Quelle für unseren Volkswohlstand ist durch den Krieg wieder der Landbau geworden, und es erhellt die fundamentale Bedeutung der geschilderten Zwangsorganisation zur Verwaltung der Nahrungsmittel; sie sicherte der außerhalb des Landbaues arbeitenden Bevölkerung einen gerechten Anteil am Bodenertrage.

Das Gesamtbild der deutschen Volkswirtschaft im Kriege läßt überwiegend erfreuliche Züge hervortreten. Wie die Jugend und Mannheit im Felde, so spannen die Daheimgebliebenen in den Laboratorien, Fabriken und Werkstätten, auf Äckern, Mooren und Heiden ihre Kräfte an; die Alten, die Frauen und Jugendlichen versuchen die Plätze der Kämpfenden auszufüllen. Kluge Disposition, Forschungs- und Erfindungsgeist verbinden sich mit der Hingabe einer hoch geschulten Arbeiterschaft zu Leistungen, welche den gegen uns vereinigten Anstrengungen der größten Industrieländer der Erde mit Einschluß der Vereinigten Staaten die Spitze zu bieten vermochten und den Aushungerungsplan zu Schanden machten. Nicht mit Unrecht schreiben Feind und Freund solche Erfolge der kraftvollen und wohldurchdachten Organisation zu. Aber es ist ein arger Irrtum, wenn feindliche Schriftsteller und Redner den sogenannten »Militarismus«, d. h. äußeren Zwang und seelenlose Disziplin, als die Grundlagen deutscher Organisation ansehen. Wie wenig mit solchen Mitteln auszurichten sein würde, zeigen die Vorgänge in Rußland. Sein Staats- und Gemeindeleben hat die Individualitäten erstickt, die Fähigkeiten der Menschen unterbunden; die herdenhafte Zusammenfassung der Massen versagte. In Deutschland handelt es sich um das planvolle Ineinandergreifen der entwickelten Einzelkräfte eines Volkes von starker Freiheitsliebe, dessen Freiheitsbegriff freilich ein anderer ist als in den westeuropäischen Völkern. Der Staat erscheint uns so wenig als bloßer Zweckverband zur Erfüllung selbstsüchtiger Ziele der einzelnen und der Parteien wie die Herrschaft der Majoritäten als sichere Bürgschaft der individuellen Freiheit. Die Sozialgeschichte der neueren Zeit beweist, mit wie großem Eifer gerade unser Volk nach Lebensformen sucht, welche der Einzelpersönlichkeit die freie Entfaltung ihrer Eigenart gestatten. Aber harte Erfahrungen haben uns auch gelehrt, daß die Persönlichkeiten nur innerhalb eines starken Staates glückliche Entwicklungsbedingungen finden. Staat und Volk umschließen uns Ewigkeits-

werte, die mehr gelten als das Einzelleben, das Einzel- und Parteiinteresse. In dieser Gesinnung und in dem Bewußtsein, weit hinter den Opfern derer im Felde zurückzubleiben, ertrugen alle Schichten der deutschen Bevölkerung im jetzigen Kriege nicht nur mit ruhiger Selbstverständlichkeit die schärfsten Eingriffe der öffentlichen Gewalt in Wirtschaft und Lebensweise, sondern forderten ihrerseits straffe und zielsichere Anordnungen der Obrigkeit. Wohl betätigten sich niedriger Eudämonismus oder rohe Erwerbsgier auch bei uns, jedoch mit größerer Kraft und Wirkung das heiße Verlangen, der Gesamtheit selbstlos zu dienen. So entsprang die Erhaltung unserer Wirtschaft im Kriege der gleichen Quelle wie die deutschen Siege auf den Schlachtfeldern: der Tüchtigkeit der einzelnen, dem Streben nach Ausbildung der Persönlichkeit, dem Pflichtgefühl gegen das Gemeinwesen, sie entsprang letztlich jenem Idealismus, dem Deutschlands große Philosophen unverlierbaren Ausdruck gegeben haben.

Zur analytischen Zahlentheorie der definiten quadratischen Formen. (Über die Gitterpunkte in einem mehrdimensionalen Ellipsoid.)

Von Edmund Landau
in Göttingen.

(Vorgelegt von Hrn. Frobenius am 20. Mai 1914 [s. oben S. 373].)

Einleitung.

Die Ergebnisse der folgenden Untersuchungen sind bereits für den Kreis (Form u^2+v^2) teilweise neu, für die Ellipse (definite Form $a_{11}u^2+2a_{12}uv+a_{22}v^2$) bei nicht kommensurabeln Koeffizienten ganz neu, für das k-dimensionale Ellipsoid (definite Form $\sum_{\mu,\nu=1}^{k} a_{\mu\nu}u_\mu u_\nu$) schon bei ganzzahligen Koeffizienten schärfer als das bisher Bekannte. Und auch für die bekannten Spezialfälle ist meine neue Beweismethode (§ 2—3 des Folgenden) viel kürzer als die alten Beweise.

Das einfachste Problem, welches in den folgenden Untersuchungen steckt, lautet: Wie viele Gitterpunkte gehören dem Kreis

$$u^2+v^2 \leqq x \tag{1}$$

an? D. h. wie viele Paare ganzer Zahlen u, v erfüllen diese Relation (1)? Wenn $A(x)$ die betreffende Anzahl bezeichnet, so ist fast trivial[1], daß

$$A(x) = \pi x + O(\sqrt{x}) \tag{2}$$

(Fläche des Kreises plus Fehler von der Ordnung des Randes) ist. Und es ist einer der tiefsten Sätze der analytischen Zahlentheorie, daß

$$A(x) = \pi x + o(\sqrt{x}) \tag{3}$$

und sogar

$$A(x) = \pi x + O(\sqrt[3]{x}) \tag{4}$$

[1] Vgl. z. B. Gauss, *De nexu inter multitudinem classium, in quas formae binariae secundi gradus distribuuntur, earumque determinantem* (Werke, Bd. II, S. 269—291), S. 277.

ist. (3) und (4) wurden zuerst durch Hrn. SIERPINSKI[1] bewiesen, durch Anwendung einer von VORONOÏ[2] erdachten Methode; später ganz anders von mir[3] durch Begründung einer vordem nur heuristischen Methode des Hrn. PFEIFFER[4]. Übrigens hat Hr. SIERPIŃSKI keinen über diesen Spezialfall hinausgehenden Beitrag zum Ellipsoidproblem meiner vorliegenden Arbeit geliefert.

Ehe ich zu weiteren Literaturangaben übergehe, will ich die Problemstellung nennen. Es handelt sich um eine Verallgemeinerung des Gebietes (1) nebst zugehöriger Anzahlfunktion $A(x)$ nach folgenden fünf Richtungen gleichzeitig:

1. Ellipse statt Kreis.

2. k-dimensionales Ellipsoid ($k \geqq 2$) statt Ellipse. Es ist also eine definite positive quadratische Form

$$Q(u_1, \cdots, u_k) = \sum_{\mu,\nu=1}^{k} a_{\mu\nu} u_\mu u_\nu \qquad (a_{\mu\nu} = a_{\nu\mu})$$

vorgelegt, deren Determinante

$$\begin{vmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1k} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{k1} & \cdots & a_{kk} \end{vmatrix}$$

ich alsbald mit D bezeichne. An Stelle von (1) tritt demgemäß das Gebiet (k-dimensionales »Ellipsoid«)

$$(5) \qquad Q(u_1, \cdots, u_k) \leqq x.$$

3. Die $a_{\mu\nu}$ dürfen beliebige reelle Zahlen sein (nicht notwendig ganzzahlig); nur muß eben Q definit-positiv sein.

4. $u_1, \cdots, u_k$ brauchen nicht alle Gitterpunkte des Gebiets (5) zu durchlaufen, sondern nur alle diejenigen, welche überdies die Kongruenzen

$$(6) \qquad u_1 \equiv z_1 \ (\text{mod. } M_1), \cdots, u_k \equiv z_k \ (\text{mod. } M_k)$$

[1] *O pewnem zagadnieniu z rachunku funkcyj asymptotycznych* (Prace matematyczno-fizyczne, Bd. XVII [1906], S. 77—118).

[2] *Sur un problème du calcul des fonctions asymptotiques* (Journal für die reine und angewandte Mathematik, Bd. CXXVI [1903], S. 241—282).

[3] *Die Bedeutung der PFEIFFERschen Methode für die analytische Zahlentheorie* (Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Bd. CXXI [1912], Abt. IIa, S. 2195—2332), S. 2298—2328; *Über die Zerlegung der Zahlen in zwei Quadrate* (Annali di Matematica pura ed applicata, Ser. III, Bd. XX [1913], S. 1—28).

[4] *Über die Periodicität in der Teilbarkeit der Zahlen und über die Verteilung der Klassen positiver quadratischer Formen auf ihre Determinanten* (Jahresbericht der PFEIFFERschen Lehr- und Erziehungsanstalt zu Jena über das Schuljahr von Ostern 1885 bis Ostern 1886, S. 1—21).

erfüllen, wo $M_1, \cdots, M_k$ positive ganze Zahlen, $z_1, \cdots, z_k$ ganze Zahlen sind. Ja es dürfen sogar die M_ν beliebige positive, die z_ν beliebige reelle Zahlen sein. Dann handelt es sich auch um die Eckpunkte einer gewissen Einteilung des k-dimensionalen Raumes in kongruente »Parallelepipede«; natürlich sind die u_ν dann nicht notwendig ganz. (Für $z_1 = \cdots = z_k = 0$, $M_1 = \cdots = M_k = 1$ ist es das gewöhnliche Gitter.) $A(x)$ bedeutet also die Anzahl der Punkte des Ellipsoids (5), die die Kongruenzen (6) erfüllen.

5. Jeder Punkt, der (5), (6) genügt, darf zur Bildung der Summe $A(x)$ mit dem Gewicht $e^{2\pi i(h_1 u_1 + \cdots + h_k u_k)}$ (statt 1) belastet werden, wo $h_1, \cdots, h_k$ gegebene reelle Zahlen sind. (Für $h_1 = \cdots = h_k = 0$ führt dies zum alten $A(x)$.) Es ist demgemäß

$$(7) \qquad A(x) = \sum_{\substack{Q(u_1, \cdots, u_k) \leq x \\ u_1 \equiv z_1, \cdots, u_k \equiv z_k}} e^{2\pi i(h_1 u_1 + \cdots + h_k u_k)}.$$

Ich setze zur Abkürzung[1]

$$a = \begin{cases} \dfrac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\dfrac{k}{2}+1\right)} \; \dfrac{e^{2\pi i(h_1 z_1 + \cdots + h_k z_k)}}{M_1 \cdots M_k} & \text{für durchweg ganzzahlige } h_\nu M_\nu, \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Über das durch (7) definierte $A(x)$ habe ich früher[2] unter den einschränkenden Annahmen der Ganzzahligkeit[3] der $a_{\mu\nu}$, z_ν und M_ν die triviale Abschätzung[4]

$$(8) \qquad A(x) = a x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}}\right)$$

(Fehler von der Ordnung der $(k-1)$-dimensionalen »Oberfläche« des Ellipsoids) zu

$$(9) \qquad A(x) = a x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}+\epsilon}\right)$$

bei jedem $\epsilon > 0$ verbessert.

---

[1] Übrigens ist $\dfrac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\dfrac{k}{2}+1\right)}$ das Volumen des Ellipsoids $Q(u_1, \cdots, u_k) = 1$; im Nenner ist $\Gamma\left(\dfrac{k}{2}+1\right) = \left(\dfrac{k}{2}\right)!$ für gerades k und $= \dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{3}{2}\cdots\dfrac{k-2}{2}\cdot\dfrac{k}{2}\sqrt{\pi}$ für ungerades k.

[2] *Über die Anzahl der Gitterpunkte in gewissen Bereichen* (Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, mathematisch-physikalische Klasse, Jahrgang 1912, S. 687—771), S. 748—764.

[3] Natürlich ist es dasselbe, ob man die $a_{\mu\nu}$ ganzzahlig oder nur kommensurabel annimmt, da ein konstanter Faktor in x hineingezogen werden kann.

[4] (8) enthält (2).

Heute werde ich, sogar ohne die genannten einschränkenden Annahmen, mehr als (9) beweisen, nämlich

$$(10) \qquad A(x) = a x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2} \cdot \frac{k}{k+1}}\right).$$

(10) ist bisher, außer im obigen Spezialfall (4), nur in folgenden beiden Fällen bekannt, aber auf weniger einfachem Wege[1] bewiesen worden, dessen Ausdehnung auf das allgemeine Problem bisher nicht unternommen wurde:

a) Durch mich[2] für die zweidimensionale Ellipse mit ganzen $a_{\mu\nu}$, z_ν, M_ν und dem Gewicht 1 der Gitterpunkte.

b) Durch meinen Schüler, Hrn. CAUER[3], für die dreidimensionale Kugel und das Gewicht 1, ohne die Kongruenzbedingungen (6).

An der Auffindung meiner vorliegenden Beweismethode sind am nächsten vorbeigegangen: VORONOI[4] und Hr. WIGERT[5], die bei anderen (zweidimensionalen) Problemen das Analogon[6] meiner nachher mit (34) bezeichneten Relation bewiesen haben, ohne zu bemerken, daß durch einen bestimmten Kunstgriff[7] daraus eine Verbesserung der trivialen Abschätzung erzielt werden kann, welche dem obigen (8) entspricht[8].

Im § 1 reproduziere ich — um nachher den Gang nicht unterbrechen zu müssen — ohne Beweis eine Reihe von klassischen Sätzen über spezielle analytische Funktionen: erstens über BESSELsche Funk-

---

[1] PFEIFFERsche Methode.

[2] Vgl. die oben zitierte Stelle in den Wiener Sitzungsberichten.

[3] *Neue Anwendungen der PFEIFFERschen Methode zur Abschätzung zahlentheoretischer Funktionen* (Inaugural-Dissertation, Göttingen, 1914, 55 S.), S. 9—27. Im zweiten Teil behandelt Hr. CAUER ein anderes Problem, das einstweilen nur der PFEIFFERschen Methode zugänglich ist.

[4] *Sur une fonction transcendante et ses applications à la sommation de quelques séries* (Annales scientifiques de l'École Normale supérieure, Ser. III, Bd. XXI [1904], S. 207—267, 459—533) und *Sur le développement, à l'aide des fonctions cylindriques, des sommes doubles $\sum f(pm^2 + 2qmn + rn^2)$, où $pm^2 + 2qmn + rn^2$ est une forme positive à coefficients entiers* (Verhandlungen des dritten Internationalen Mathematiker-Kongresses in Heidelberg vom 8. bis 13. August 1904 [Leipzig, 1905], S. 241—245). Übrigens war gerade VORONOI der erste, der beim Teilerproblem $T(x) = \sum\limits_{\substack{uv \leq x \\ u \geq 1,\, v \geq 1}} 1$ (Hyperbel) in der DIRICHLETschen Relation $T(x) = x \log x + (2C-1)x + O(\sqrt{x})$ das Restglied zu $o(\sqrt{x})$, sogar zu $O(\sqrt[3]{x} \log x)$ verbessert hat — aber auf ganz anderem Wege — in seiner schon obengenannten Arbeit aus dem CRELLEschen Journal.

[5] *Sur quelques fonctions arithmétiques* (Acta Mathematica, Bd. XXXVII [1914], S. 113—140).

[6] In VORONOIS Heidelberger Note steht sogar ein Spezialfall von (34) gedruckt, aber mit einer Begründung, die VORONOI selbst als nur heuristisch bezeichnet.

[7] Den ich allerdings der PFEIFFERschen Methode entnehme.

[8] Diese Bemerkungen zu VORONOI und Hrn. WIGERT werde ich anderwärts begründen.

tionen[1]; zweitens über die Gammafunktion; drittens über Thetafunktionen mehrerer Variabeln nebst Folgerungen, die insbesondere Hr. EPSTEIN daraus über die DIRICHLETsche Reihe[2]

$$Z(s) = \sum_{u_1 \equiv z_1, \cdots, u_k \equiv z_k}' \frac{e^{2\pi i (h_1 u_1 + \cdots + h_k u_k)}}{(Q(u_1, \cdots, u_k))^s}$$

zog; viertens über ein spezielles Integral.

Ich bemerke gleich hier zur Ersparung einiger Konstanten, daß durch die Substitution

$$u_1 = M_1 u_1', \cdots, u_k = M_k u_k'; \quad z_1 = M_1 z_1', \cdots, z_k = M_k z_k'$$

die Funktion $A(x)$ in

$$\sum e^{2\pi i (h_1 M_1 u_1' + \cdots + h_k M_k u_k')},$$

erstreckt über das Ellipsoid $\sum_{\mu, \nu = 1}^{k} a_{\mu\nu} M_\mu M_\nu u_\mu' u_\nu' \leqq x$ mit den Nebenbedingungen $u_1' \equiv z_1'$ (mod. 1), $\cdots$, $u_k' \equiv z_k'$ (mod. 1) übergeht, so daß zum Beweise von (10) ohne Beschränkung der Allgemeinheit $M_1 = \cdots = M_k = 1$ angenommen werden kann. Denn aus

$$A(x) \begin{cases} = \dfrac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D M_1^2 \cdots M_k^2}\, \Gamma\left(\frac{k}{2}+1\right)} \dfrac{e^{2\pi i \left(h_1 M_1 \frac{z_1}{M_1} + \cdots + h_k M_k \frac{z_k}{M_k}\right)}}{1 \cdots 1} x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right) \\ \text{bzw.} = O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right) \end{cases}$$

folgt sofort (10).

Das $A(x)$ des Problems läßt sich demnach auch so schreiben:

$$A(x) = e^{2\pi i (h_1 z_1 + \cdots + h_k z_k)} \sum e^{2\pi i (h_1 v_1 + \cdots + h_k v_k)},$$

erstreckt über alle ganzzahligen Wertsysteme $v_1, \cdots, v_k$, für welche $Q(v_1 + z_1, \cdots, v_k + z_k) \leqq x$ ist.

---

[1] Schon Hr. FRANEL (L'Intermédiaire des Mathématiciens, Bd. VII [1900], Frage 1953, S. 355) hatte darauf aufmerksam gemacht, daß

$$P(x,a,b) = \iint\limits_{a_{11}u^2 + 2a_{12}uv + a_{22}v^2 \leq x} \cos 2a\pi u \cos 2b\pi v \, du \, dv,$$

was bei der PFEIFFERschen Behandlung des Ellipsenproblems zufällig später auftrat, durch BESSELsche Funktionen ausdrückbar ist; vgl. die Begründung durch Hrn. CAILLER (ebenda, Bd. VIII [1901], S. 71—73). Überhaupt schwebt hinter dem ganzen (ohne Kenntnis der Literatur lesbaren) Text meiner vorliegenden Abhandlung die PFEIFFERsche (reelle) Methode und meine scheinbar ganz verschiedene komplexe Methode (aus den Göttinger Nachrichten), die ich beide in der vorliegenden Arbeit zu einer Methode verschmelze, welche eben weiter führt als jeder einzelne der bisherigen Wege.

[2] Σ' heißt: ohne das etwaige Glied mit $u_1 = \cdots = u_k = 0$.

Mit anderen Worten: Über

$$B(x) = \sum_{0 < Q(v_1+z_1,\dots,v_k+z_k) \leq x} e^{2\pi i(h_1 v_1 + \cdots + h_k v_k)}$$

wird behauptet:

$$(11) \qquad B(x) = \beta x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right),$$

wo $\beta = \dfrac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}+1\right)}$ für durchweg ganze h_ν, sonst $\beta = 0$ ist. Und mit (11) wird (10) bewiesen sein.

§ 1.

Zusammenstellung bekannter Hilfssätze aus der klassischen Analysis.

1. **Besselsche Funktionen:** Ich betrachte, übrigens nur für positives ν, das die Hälfte einer ganzen Zahl ist, und $x > 0$ die Besselsche Funktion νter Ordnung

$$(12) \qquad J_\nu(x) = \sum_{\lambda=0}^{\infty} \frac{(-1)^\lambda}{\lambda!\,\Gamma(\nu+\lambda+1)} \left(\frac{x}{2}\right)^{\nu+2\lambda}.$$

Bekanntlich[1] ist

$$(13) \qquad J'_{\nu+1}(x) = J_\nu(x) - \frac{\nu+1}{x} J_{\nu+1}(x),$$

also

$$\frac{d}{dx}\left(x^{\frac{\nu+1}{2}} J_{\nu+1}(2\sqrt{x})\right) = \frac{\nu+1}{2} x^{\frac{\nu-1}{2}} J_{\nu+1}(2\sqrt{x}) + x^{\frac{\nu+1}{2}} \frac{1}{\sqrt{x}} J'_{\nu+1}(2\sqrt{x})$$

$$= \frac{\nu+1}{2} x^{\frac{\nu-1}{2}} J_{\nu+1}(2\sqrt{x}) + x^{\frac{\nu}{2}}\left(J_\nu(2\sqrt{x}) - \frac{\nu+1}{2\sqrt{x}} J_{\nu+1}(2\sqrt{x})\right)$$

$$(14) \qquad = x^{\frac{\nu}{2}} J_\nu(2\sqrt{x});$$

aus (14) folgt für ganzes $\rho > 0$

$$(15) \qquad \frac{d^\rho}{dx^\rho}\left(x^{\frac{\nu+\rho}{2}} J_{\nu+\rho}(2\sqrt{x})\right) = x^{\frac{\nu}{2}} J_\nu(2\sqrt{x}).$$

Bekanntlich[2] ist ferner für unendlich wachsendes x

---

[1] (13) folgt sofort aus der Definition (12).

[2] (16) läßt sich z. B. so beweisen: Aus

$$(1-u^2)^{\nu-\frac{1}{2}} \cos xu = (1-u^2)^{\nu-\frac{1}{2}} \sum_{\lambda=0}^{\infty} \frac{(-1)^\lambda x^{2\lambda} u^{2\lambda}}{(2\lambda)!}$$

folgt

$$\int_0^1 (1-u^2)^{\nu-\frac{1}{2}} \cos xu\,du = \sum_{\lambda=0}^{\infty} \frac{(-1)^\lambda x^{2\lambda}}{(2\lambda)!} \int_0^1 u^{2\lambda}(1-u^2)^{\nu-\frac{1}{2}}\,du = \frac{\sqrt{\pi}\,2^{\nu-1}\Gamma(\nu+\frac{1}{2})}{x^\nu} J_\nu(x),$$

$$J_r(x) = O\left(\frac{1}{\sqrt{x}}\right). \tag{16}$$

2. **Gammafunktion:** An Definition und Fundamentaleigenschaften brauche ich natürlich nicht zu erinnern. Ich erwähne nur, daß in jedem festen Streifen $\sigma_1 \leqq \sigma \leqq \sigma_2$ der s-Ebene ($s = \sigma + ti$) gleichmäßig

$$\lim_{t=\infty} \frac{|\Gamma(s)|}{e^{-\frac{\pi}{2}t}\, t^{\sigma-\frac{1}{2}}} = \sqrt{2\pi} \tag{17}$$

ist[1]. Dies wird nachher namentlich in der Konsequenz

$$\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-s\right)}{\Gamma(s+r)} = O\left(\frac{e^{-\frac{\pi}{2}t}\, t^{\frac{k}{2}-\sigma-\frac{1}{2}}}{e^{-\frac{\pi}{2}t}\, t^{\sigma+r-\frac{1}{2}}}\right) = O\left(t^{\frac{k}{2}-r-2\sigma}\right) \tag{18}$$

bei festem reellen r gleichmäßig in jedem festen Streifen $\sigma_1 \leqq \sigma \leqq \sigma_2$ zur Anwendung kommen.

3. **Thetafunktionen:** Es werde für $y > 0$

$$\vartheta\left|\begin{matrix} z \\ h \end{matrix}\right|(y)_Q = \sum_{v_1,\cdots,v_k=-\infty}^{\infty} e^{-\pi y Q(v_1+z_1,\cdots,v_k+z_k)+2\pi i(h_1v_1+\cdots+h_kv_k)}$$

gesetzt. Ferner bedeute $\overline{Q}(u_1,\cdots,u_k)$ die zu Q reziproke quadratische Form

$$\overline{Q}(u_1,\cdots,u_k) = \sum_{\mu,\nu=1}^{k} \frac{1}{D}\frac{\partial D}{\partial a_{\mu\nu}} u_\mu u_\nu.$$

Dann ist bekanntlich[2]

$$\vartheta\left|\begin{matrix} z \\ h \end{matrix}\right|(y)_Q = \frac{e^{-2\pi i \sum\limits_{\nu=1}^{k} z_\nu h_\nu}}{y^{\frac{k}{2}}\sqrt{D}}\, \vartheta\left|\begin{matrix} h \\ -z \end{matrix}\right|\left(\frac{1}{y}\right)_{\overline{Q}}. \tag{19}$$

Ich setze nun[3]

$$\mathfrak{Z}(s) = \sum_{v_1,\cdots,v_k=-\infty}^{\infty}{}' \frac{e^{2\pi i(h_1v_1+\cdots+h_kv_k)}}{(Q(v_1+z_1,\cdots,v_k+z_k))^s}.$$

---

und es ist anderseits unschwer

$$\int_0^1 (1-u^2)^{r-\frac{1}{2}} \cos xu\, du = O\left(\frac{1}{x^{r+\frac{1}{2}}}\right)$$

beweisbar.

[1] Beweis vgl. z. B. auf S. 767—770 meines *Handbuchs der Lehre von der Verteilung der Primzahlen* (Leipzig und Berlin, 1909).

[2] Vgl. z. B. Krazer, *Lehrbuch der Thetafunktionen* (Leipzig, 1903), S. 109.

[3] Wenn $\mathfrak{Z}(s)$ identisch verschwindet, ist das folgende auch gültig, aber die Behauptung trivial, da dann $B(x)$ identisch verschwindet und auch $\mathfrak{B} = 0$ ist.

Σ' heißt, daß das etwaige Glied mit $v_1 = -z_1, \cdots, v_k = -z_k$ (wo $Q = 0$ wäre) fehlt. Bekanntlich ist diese Reihe für $\sigma > \frac{k}{2}$ absolut konvergent. Die Anzahl der Lösungen von

$$(20) \qquad Q(v_1 + z_1, \cdots, v_k + z_k) \leqq x$$

ist nämlich offenbar, da jede Variable den Spielraum $O\left(x^{\frac{1}{2}}\right)$ hat, $O\left(x^{\frac{k}{2}}\right)$; werden die positiven Werte von $Q(v_1 + z_1, \cdots, v_k + z_k)$, mehrfache in ihrer Vielfachheit numeriert, mit $l_1, l_2, \cdots, l_n, \cdots$ bezeichnet, so ist also

$$(21) \qquad \mathfrak{Z}(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{l_n^s},$$

wo $|a_n| = 1, 0 < l_1 \leqq l_2 \leqq \cdots \leqq l_n \leqq \cdots, l_n \to \infty$ und die Anzahl der $l_n \leqq x$ gleich $O\left(x^{\frac{k}{2}}\right)$ ist; woraus eben die absolute Konvergenz von (21) für $\sigma > \frac{k}{2}$ folgt[1]. Die Funktion $B(x)$ meines Problems ist, da ich bei ihrer Definition am Ende der Einleitung ausdrücklich den etwaigen Punkt $v_1 = -z_1, \cdots, v_k = -z_k$ weggelassen hatte[2],

$$(22) \qquad B(x) = \sum_{l_n \leqq x} a_n.$$

Entsprechend setze ich für $\sigma > \frac{k}{2}$

$$\overline{\mathfrak{Z}}(s) = \sum_{v_1, \cdots, v_k = -\infty}^{\infty}{}' \frac{e^{-2\pi i(z_1 v_1 + \cdots + z_k v_k)}}{\left(\overline{Q}(v_1 + h_1, \cdots, v_k + h_k)\right)^s} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n}{\lambda_n^s},$$

wo $|\alpha_n| = 1, 0 < \lambda_1 \leqq \lambda_2 \leqq \cdots \leqq \lambda_n \leqq \cdots, \lambda_n \to \infty$ ist. Ich setze ferner

$$\gamma = \begin{cases} 1 \text{ für ganze } h_\nu, \\ 0 \text{ sonst;} \end{cases}$$

$$\delta = \begin{cases} 1 \text{ für ganze } z_\nu, \\ 0 \text{ sonst.} \end{cases}$$

Aus (19) schloß Hr. Epstein[3] in wenigen Zeilen, wenn ϑ^* die obige Thetareihe ohne das etwaige Glied mit $Q = 0$ bzw. $\overline{Q} = 0$ im Exponenten bezeichnet, zunächst für $\sigma > \frac{k}{2}$

---

[1] Denn aus $n = O\left(l_n^{\frac{k}{2}}\right)$ folgt $\frac{1}{l_n} = O\left(\frac{1}{n^{\frac{2}{k}}}\right)$, $\frac{1}{l_n^\sigma} = O\left(\frac{1}{n^{\frac{2}{k}\sigma}}\right)$.

[2] In diesem Punkte ist die linke Seite von (20) gleich 0.

[3] *Zur Theorie allgemeiner Zetafunctionen* (Mathematische Annalen, Bd. LVI [1903], S. 615—644), S. 625—627.

$$(23)\quad \begin{cases} \pi^{-s}\Gamma(s)\mathfrak{Z}(s) = \dfrac{\dfrac{\gamma}{\sqrt{D}}}{s-\dfrac{k}{2}} - \dfrac{e^{-2\pi i \sum\limits_{\nu=1}^{k} z_\nu h_\nu}\,\delta}{s} + \displaystyle\int_1^\infty y^{s-1}\vartheta^* \begin{vmatrix} z \\ h \end{vmatrix} (y)_Q\, dy \\ \qquad + \dfrac{e^{-2\pi i \sum\limits_{\nu=1}^{k} z_\nu h_\nu}}{\sqrt{D}} \displaystyle\int_1^\infty y^{\frac{k}{2}-s-1}\vartheta^* \begin{vmatrix} h \\ -z \end{vmatrix} (y)_{\bar Q}\, dy. \end{cases}$$

Die beiden Integrale rechts in (23) konvergieren, wie leicht zu sehen, in jedem festen Streifen $\sigma_1 \leqq \sigma \leqq \sigma_2$ gleichmäßig[1], sind also ganze, überdies in jedem festen Streifen $\sigma_1 \leqq \sigma \leqq \sigma_2$ beschränkte Funktionen. (23) lehrt also, daß $\mathfrak{Z}(s)$ bis auf den etwaigen Pol erster Ordnung $s = \frac{k}{2}$ mit dem Residuum $\dfrac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)}\,\gamma$ in der ganzen Ebene regulär ist, und daß $\mathfrak{Z}(0) = -\delta e^{-2\pi i \sum\limits_{\nu=1}^{k} z_\nu h_\nu}$ ist.

Ebenso ist überall

$$(24)\quad \begin{cases} \pi^{-s}\Gamma(s)\bar{\mathfrak{Z}}(s) = \dfrac{\sqrt{D}\,\delta}{s-\dfrac{k}{2}} - \dfrac{e^{2\pi i \sum\limits_{\nu=1}^{k} z_\nu h_\nu}\,\gamma}{s} + \displaystyle\int_1^\infty y^{s-1}\vartheta^* \begin{vmatrix} h \\ -z \end{vmatrix} (y)_{\bar Q}\, dy \\ \qquad + \sqrt{D}\,e^{2\pi i \sum\limits_{\nu=1}^{k} z_\nu h_\nu} \displaystyle\int_1^\infty y^{\frac{k}{2}-s-1}\vartheta^* \begin{vmatrix} -z \\ -h \end{vmatrix} (y)_Q\, dy. \end{cases}$$

Aus (23) und (24) schloß Hr. Epstein[2] seine Funktionalgleichung (die Verallgemeinerung des Riemannschen Spezialfalls)

$$\pi^{-s}\Gamma(s)\mathfrak{Z}(s) = D^{-\frac{1}{2}} e^{-2\pi i \sum\limits_{\nu=1}^{k} z_\nu h_\nu}\, \pi^{-\frac{k}{2}+s}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}-s\right)\bar{\mathfrak{Z}}\left(\frac{k}{2}-s\right),$$

$$(25)\qquad \mathfrak{Z}(s) = c\,\pi^{2s}\,\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-s\right)}{\Gamma(s)}\,\bar{\mathfrak{Z}}\left(\frac{k}{2}-s\right),$$

wo

$$c = D^{-\frac{1}{2}} e^{-2\pi i \sum\limits_{\nu=1}^{k} z_\nu h_\nu}\, \pi^{-\frac{k}{2}}$$

---

[1] Denn für $y \geqq 1$ ist der Integrand absolut $< c_1 e^{-c_2 y}$ bei passender Wahl zweier von y und s freier positiver Konstanten c_1, c_2.

[2] A. a. O. S. 625—627.

gesetzt ist. (25) lehrt, daß für $\sigma < 0$

$$\mathfrak{Z}(s) = c\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-s\right)}{\Gamma(s)}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{a_n}{\lambda_n^{\frac{k}{2}}}(\pi^2\lambda_n)^s \tag{26}$$

ist, wo die Reihe rechts absolut konvergiert.

Wegen der für festes $\varepsilon > 0$ und absolut wachsendes t gültigen Abschätzungen

$$\mathfrak{Z}\left(\frac{k}{2}+\varepsilon+ti\right) = O(1) \tag{27}$$

und [nach (26) und (18)]

$$\mathfrak{Z}(-\varepsilon+ti) = O\left(|t|^{\frac{k}{2}+2\varepsilon}\right) \tag{28}$$

nebst[1] der gleichmäßig für $-\varepsilon \leqq \sigma \leqq \frac{k}{2}+\varepsilon$ gültigen Abschätzung

$$\mathfrak{Z}(s) = O(e^{2|t|}) \tag{29}$$

ist zufolge eines bekannten Phragmén-Lindelöfschen Satzes[2] für $-\varepsilon \leqq \sigma \leqq \frac{k}{2}+\varepsilon$ gleichmäßig

$$\mathfrak{Z}(s) = O\left(|t|^{\frac{k}{2}+2\varepsilon}\right),$$

also für $\sigma \geqq -\varepsilon$ gleichmäßig

$$\mathfrak{Z}(s) = O\left(|t|^{\frac{k}{2}+2\varepsilon}\right). \tag{30}$$

4. **Eine spezielle Integralformel:** Falls $a > 0$ ist und $\rho \geqq 1$ ganz ist, gilt bekanntlich[3]

$$\int_{a-\infty i}^{a+\infty i} \frac{y^s}{s(s+1)\cdots(s+\rho)}\,ds = \begin{cases} 0 \text{ für } 0 < y \leqq 1, \\ \frac{2\pi i}{\rho!}\left(1-\frac{1}{y}\right)^{\rho} \text{ für } y \geqq 1. \end{cases} \tag{31}$$

---

[1] (29) folgt aus (23), da die rechte Seite $O(1)$ ist, π^s gleichfalls und $\frac{1}{\Gamma(s)} = O(e^{2|t|})$ nach (17) ist.

[2] Phragmén und Lindelöf, *Sur une extension d'un principe classique de l'Analyse et sur quelques propriétés des fonctions monogènes dans le voisinage d'un point singulier* (Acta Mathematica, Bd. XXXI [1908], S. 381—406), S. 387 oder S. 388. Der Satz lautet: »Auf dem Rande des Gebietes $\sigma_1 \leqq \sigma \leqq \sigma_2$, $t \geqq t_0$ (oder $t \leqq t_0$) sei $F(s)$ regulär und beschränkt. Auch innen sei $F(s)$ regulär. Bei wachsendem t (oder $-t$) sei im Gebiete gleichmäßig $F(s) = O(e^{A|t|})$, wo A von s frei ist. Dann ist auch im Innern des Gebietes $F(s)$ beschränkt.« Dieser Satz ist zufolge (27), (28), (29) auf $F(s) = \frac{\mathfrak{Z}(s)}{s^{\frac{k}{2}+2\varepsilon}}$, $\sigma_1 = -\varepsilon$, $\sigma_2 = \frac{k}{2}+\varepsilon$, $t_0 = \pm 1$, $A = 2$ anwendbar. Den nur wenige Zeilen langen Beweis findet man auch auf S. 703—704 meiner oben zitierten Abhandlung aus den Göttinger Nachrichten.

[3] Leicht aus dem Cauchyschen Satz zu folgern.

§ 2.

Darstellung eines mehrfachen Integrals $B_\rho(x)$ von $B(x)$ durch Besselsche Funktionen.

Es sei wie bisher k ganz und $\geqq 2$. Ich setze $\rho = \left[\frac{k}{2}\right] + 1$, so daß ρ ganz, $\rho \geqq 2$ und $\rho \geqq \frac{k}{2} + \frac{1}{2}$ ist.

Hilfssatz[1]: *Für* $0 < \vartheta < \frac{1}{4}$, $w > 0$ *ist das Integral*

$$\int_{-\vartheta-\infty i}^{-\vartheta+\infty i} \frac{\Gamma\left(\frac{k}{2} - s\right)}{\Gamma(s + \rho + 1)} w^s ds$$

absolut konvergent und $= \frac{2\pi i}{w^{\frac{\rho}{2} - \frac{k}{4}}} J_{\frac{k}{2}+\rho}(2\sqrt{w})$.

Beweis: Die absolute Konvergenz des Integrals (dessen Weg ja die Pole von $\Gamma\left(\frac{k}{2} - s\right)$ vermeidet) ergibt sich daraus, daß nach (18) für $\sigma = -\vartheta$

$$\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2} - s\right)}{\Gamma(s + \rho + 1)} w^s = O\left(t^{\frac{k}{2} - \rho - 1 + 2\vartheta}\right) = O\left(t^{\frac{k}{2} - \left(\frac{k}{2} + \frac{1}{2}\right) - 1 + 2\vartheta}\right) = O\left(t^{-\frac{3}{2} + 2\vartheta}\right)$$

ist.

Ferner ist nach (12) formal klar, daß die Residuensumme in den Polen $s = \frac{k}{2} + \lambda$ (wo $\lambda \geqq 0$ ganz ist) des Integranden

$$\sum_{\lambda=0}^{\infty} \frac{(-1)^{\lambda+1}}{\lambda!\,\Gamma\left(\frac{k}{2} + \lambda + \rho + 1\right)} w^{\frac{k}{2}+\lambda}$$

$$= -\frac{1}{w^{\frac{\rho}{2} - \frac{k}{4}}} \sum_{\lambda=0}^{\infty} \frac{(-1)^\lambda}{\lambda!\,\Gamma\left(\frac{k}{2} + \rho + \lambda + 1\right)} (\sqrt{w})^{\frac{k}{2} + \rho + 2\lambda} = -\frac{1}{w^{\frac{\rho}{2} - \frac{k}{4}}} J_{\frac{k}{2}+\rho}(2\sqrt{w})$$

ist. Der Hilfssatz wird also bewiesen sein, wenn es gelingt, zweierlei zu zeigen:

Erstens, daß bei Integration über das Rechteck mit den Ecken $-\vartheta - Ui$, $g + \frac{1}{4} - Ui$, $g + \frac{1}{4} + Ti$, $-\vartheta + Ti$, wo $T > 0$, $U > 0$, g ganz und $\geqq 0$ ist, das Integral über die Horizontalstrecken für $T \to \infty$

[1] Hilfssätze dieser Art spielen eine wichtige Rolle in mehreren Arbeiten von Hrn. Mellin, z. B. *Abriß einer einheitlichen Theorie der Gamma- und der hypergeometrischen Funktionen* (Mathematische Annalen, Bd. LXVIII [1910], S. 305—337).

und $U \to \infty$ gegen Null strebt. Dies folgt alsbald aus der bei festem g für $-\vartheta \leqq \sigma \leqq g + \frac{1}{4}$ nach (18) gültigen Abschätzung

$$\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-s\right)}{\Gamma(s+\rho+1)} w^s = O\left(|t|^{\frac{k}{2}-\rho-1+2\vartheta}\right) = O\left(|t|^{-\frac{3}{2}+2\vartheta}\right) = o(1).$$

Zweitens, daß bei ganzzahlig wachsendem g

$$\lim_{g=\infty} \int\limits_{g+\frac{1}{4}-\infty i}^{g+\frac{1}{4}+\infty i} \frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-s\right)}{\Gamma(s+\rho+1)} w^s \, ds = 0 \tag{32}$$

ist. (32) ergibt sich folgendermaßen: Es ist

$$\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-g-\frac{1}{4}-ti\right)}{\Gamma\left(\rho+1+g+\frac{1}{4}+ti\right)}$$

$$= \frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-\frac{1}{4}-ti\right)}{\Gamma\left(\rho+\frac{5}{4}+ti\right)\left(\frac{k}{2}-\frac{5}{4}-ti\right)\left(\frac{k}{2}-\frac{9}{4}-ti\right)\cdots\left(\frac{k}{2}-\frac{4g+1}{4}-ti\right)\left(\rho+\frac{5}{4}+ti\right)\left(\rho+\frac{9}{4}+ti\right)\cdots\left(\rho+\frac{4g+1}{4}+ti\right)},$$

also, weil die Zahlen $\frac{k}{2}-\frac{5}{4}-ti, \cdots, \frac{k}{2}-\frac{4g+1}{4}-ti$, deren Anzahl g beträgt, alle absolut $\geqq \frac{1}{4}$ und die Zahlen $\rho+\frac{5}{4}+ti, \cdots, \rho+\frac{4g+1}{4}+ti$ bzw. absolut $>1, \cdots, g$ sind,

$$\left|\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-g-\frac{1}{4}-ti\right)}{\Gamma\left(\rho+1+g+\frac{1}{4}+ti\right)} w^{g+\frac{1}{4}+ti}\right| \leqq \frac{4^g w^{g+\frac{1}{4}}}{g!} \left|\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-\frac{1}{4}-ti\right)}{\Gamma\left(\rho+\frac{5}{4}+ti\right)}\right|.$$

Weil nun wegen

$$\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-\frac{1}{4}-ti\right)}{\Gamma\left(\rho+\frac{5}{4}+ti\right)} = O\left(|t|^{\frac{k}{2}-\rho-\frac{3}{2}}\right) = O(|t|^{-2})$$

das von g freie Integral

$$\int\limits_{-\infty}^{\infty} \left|\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-\frac{1}{4}-ti\right)}{\Gamma\left(\rho+\frac{5}{4}+ti\right)}\right| dt$$

konvergiert, ist (32) und damit der Hilfssatz bewiesen.

Ich setze nun $B_0(x)$ gleich der durch (22) definierten Funktion

$$B(x) = \sum_{l_n \leqq x} a_n,$$

ferner

$$B_1(x) = \frac{1}{1!} \sum_{l_n \leqq x} a_n (x - l_n),$$

$$B_2(x) = \frac{1}{2!} \sum_{l_n \leqq x} a_n (x - l_n)^2,$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

$$B_\lambda(x) = \frac{1}{\lambda!} \sum_{l_n \leqq x} a_n (x - l_n)^\lambda$$

bei jedem ganzen $\lambda \geqq 0$. Dann ist offenbar

$$\int_0^x B_\lambda(y)\,dy = \frac{1}{\lambda!} \int_0^x dy \sum_{l_n \leqq y} a_n (y - l_n)^\lambda = \frac{1}{\lambda!} \sum_{l_n \leqq x} a_n \int_{l_n}^x (y - l_n)^\lambda\,dy$$

$$= \frac{1}{\lambda!} \sum_{l_n \leqq x} a_n \frac{(x - l_n)^{\lambda+1}}{\lambda + 1} = B_{\lambda+1}(x),$$

also für $\lambda \geqq 1$

$$B_\lambda(x) = \int_0^x dx_1 \int_0^{x_1} dx_2 \cdots \int_0^{x_{\lambda-1}} B(x_\lambda)\,dx_\lambda.$$

Es sei $x > 0$, $a > \frac{k}{2}$.[1] Alsdann ist[2]

$$\int_{a-\infty i}^{a+\infty i} \frac{x^s}{s(s+1)\cdots(s+\rho)} \mathfrak{Z}(s)\,ds = \int_{a-\infty i}^{a+\infty i} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^s}{s(s+1)\cdots(s+\rho)} \frac{a_n}{l_n^s}\,ds$$

$$= \sum_{n=1}^{\infty} a_n \int_{a-\infty i}^{a+\infty i} \frac{\left(\frac{x}{l_n}\right)^s}{s(s+1)\cdots(s+\rho)}\,ds,$$

also nach (31)

$$= \frac{2\pi i}{\rho!} \sum_{l_n \leqq x} a_n \left(1 - \frac{l_n}{x}\right)^\rho = \frac{2\pi i}{x^\rho} B_\rho(x),$$

$$x^{-\rho} B_\rho(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_{a-\infty i}^{a+\infty i} \frac{x^s}{s(s+1)\cdots(s+\rho)} \mathfrak{Z}(s)\,ds.$$

---

[1] Es würde genügen, z. B. $a = \rho$ festzulegen.

[2] Wegen der trivialen Konvergenz des Integrals der Majorante der Reihe rechts.

Ich wende nun den Cauchyschen Satz auf das Rechteck mit den Ecken $-\vartheta - Ui$, $a - Ui$, $a + Ti$, $-\vartheta + Ti$ an, wo $0 < \vartheta < \frac{1}{4}$ ist[1]. Die Integrale über die Horizontalstrecken streben für $T \to \infty$ und $U \to \infty$ gegen Null, da für $-\vartheta \leq \sigma \leq a$ nach (30) gleichmäßig

$$\frac{x^s}{s(s+1)\cdots(s+\rho)}\,\mathfrak{Z}(s) = O\left(|t|^{\frac{k}{2}+2\vartheta-\rho-1}\right) = O\left(|t|^{2\vartheta-\frac{3}{2}}\right)$$

ist. Demnach ist, wenn die Residuen in den etwaigen Polen $s = \frac{k}{2}$ und $s = 0$ des Integranden berücksichtigt werden und $\frac{\mathfrak{Z}(0)}{\rho!} = \eta$ gesetzt wird,

$$x^{-\rho} B_\rho(x) = \frac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}\right)\frac{k}{2}\left(\frac{k}{2}+1\right)\cdots\left(\frac{k}{2}+\rho\right)}\,\gamma x^{\frac{k}{2}} + \eta + \frac{1}{2\pi i}\int\limits_{-\vartheta-\infty i}^{-\vartheta+\infty i} \frac{x^s}{s(s+1)\cdots(s+\rho)}\,\mathfrak{Z}(s)\,ds$$

$$(33)\quad = \frac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}+\rho+1\right)}\,\gamma x^{\frac{k}{2}} + \eta + \frac{c}{2\pi i}\int\limits_{-\vartheta-\infty i}^{-\vartheta+\infty i} \frac{x^s}{s(s+1)\cdots(s+\rho)}\,\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-s\right)}{\Gamma(s)}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{a_n}{\lambda_n^{\frac{k}{2}}}(\pi^2\lambda_n)^s\,ds$$

nach (26).

Auf der rechten Seite von (33) sind Integration und Summation vertauschbar, da

$$\sum_{n=1}^{\infty}\left|\frac{a_n}{\lambda_n^{\frac{k}{2}}}(\pi^2\lambda_n)^s\right| = \pi^{-2\vartheta}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{\lambda_n^{\frac{k}{2}+\vartheta}}$$

und

$$\frac{x^s}{s(s+1)\cdots(s+\rho)}\,\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-s\right)}{\Gamma(s)} = O\left(|t|^{\frac{k}{2}+2\vartheta-\rho-1}\right) = O\left(|t|^{2\vartheta-\frac{3}{2}}\right)$$

ist. Das Integral auf der rechten Seite von (33) ist also

$$= \sum_{n=1}^{\infty}\frac{a_n}{\lambda_n^{\frac{k}{2}}}\int\limits_{-\vartheta-\infty i}^{-\vartheta+\infty i}\frac{\Gamma\left(\frac{k}{2}-s\right)}{\Gamma(s+\rho+1)}(\pi^2\lambda_n x)^s\,ds,$$

folglich nach dem Hilfssatz zu Beginn dieses Paragraphen

$$= 2\pi i\sum_{n=1}^{\infty}\frac{a_n}{\lambda_n^{\frac{k}{2}}}\,\frac{1}{(\pi^2\lambda_n x)^{\frac{\rho}{2}-\frac{k}{4}}}\,J_{\frac{k}{2}+\rho}\left(2\pi\sqrt{\lambda_n x}\right).$$

---

[1] Es würde genügen, z. B. $\vartheta = \frac{1}{10}$ festzusetzen.

Daher ist

$$(34)\quad B_\rho(x) = \frac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}+\rho+1\right)}\gamma x^{\frac{k}{2}+\rho} + \eta_\rho x^\rho + \frac{c}{\pi^{\rho-\frac{k}{2}}} x^{\frac{k}{4}+\frac{\rho}{2}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{\lambda_n^{\frac{k}{4}+\frac{\rho}{2}}} J_{\frac{k}{2}+\rho}(2\pi\sqrt{\lambda_n x}).$$

§ 3.

Rückschluß von $B_\rho(x)$ auf $B(x)$.

Wie bisher sei k ganz und $\geqq 2$, $\rho = \left[\frac{k}{2}\right] + 1$.

Ich verstehe für irgendeine bei positivem x definierte Funktion $F(x)$, wenn $x > 0$, $z > 0$ ist, unter ΔF kurz die folgende ρte Differenz (das Argument immer um z vermehrt):

$$\Delta F = F(x+\rho z) - \binom{\rho}{1} F(x+(\rho-1)z) + \cdots + (-1)^\rho F(x) = \sum_{\nu=0}^{\rho} (-1)^{\rho-\nu} \binom{\rho}{\nu} F(x+\nu z).$$

Hilfssatz: *Es gibt eine nur von k abhängige Konstante*[1] *E derart, daß für* $x > 0$, $0 < z \leqq x$, $y > 0$, *wenn*

$$\Psi(x) = x^{\frac{k}{4}+\frac{\rho}{2}} J_{\frac{k}{2}+\rho}(2\pi\sqrt{yx}) = \Psi(x;y)$$

gesetzt wird, erstens

$$(35)\quad |\Delta\Psi| < E\frac{x^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}+\frac{\rho}{2}}}{y^{\frac{1}{4}}},$$

zweitens

$$(36)\quad |\Delta\Psi| < E z^\rho y^{\frac{\rho}{2}-\frac{1}{4}} x^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}}$$

ist.

Die Behauptungen lassen sich in

$$(37)\quad |\Delta\Psi| < E\frac{x^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}}}{y^{\frac{1}{4}}} (\mathrm{Min.}\,(x, z^2 y))^{\frac{\rho}{2}}$$

zusammenfassen.

Beweis: 1. Es ist nach (16) für $w > 0$

$$|J_{\frac{k}{2}+\rho}(w)| < \frac{E_1}{\sqrt{w}};$$

---

[1] Desgleichen sind beim Beweise $E_1, \ldots, E_4$ nur von k abhängig. Diese Konstanten müssen also von x, z, y unabhängig sein.

also ist jeder der $\rho + 1$ Ausdrücke $\Psi(x + \nu z)$, wo $\nu = 0, 1, \cdots, \rho$ ist, absolut kleiner als

$$(x+\nu z)^{\frac{k}{4}+\frac{\varrho}{2}} \frac{E_1}{\sqrt{2\pi\sqrt{y(x+\nu z)}}}$$

$$= \frac{E_1}{\sqrt{2\pi}} \frac{(x+\nu z)^{\frac{k}{4}+\frac{\varrho}{2}-\frac{1}{4}}}{y^{\frac{1}{4}}} \leqq \frac{E_1}{\sqrt{2\pi}} \frac{(x+\rho x)^{\frac{k}{4}+\frac{\varrho}{2}-\frac{1}{4}}}{y^{\frac{1}{4}}} = E_2 \frac{x^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}+\frac{\varrho}{2}}}{y^{\frac{1}{4}}},$$

womit (35) bewiesen ist.

2. Nach einer bekannten Identität der Differenzenrechnung ist, da $\Psi^{(\varrho)}(x)$ stetig ist,

$$\Delta\Psi = \int_x^{x+z} dx_1 \int_{x_1}^{x_1+z} dx_2 \cdots \int_{x_{\varrho-1}}^{x_{\varrho-1}+z} \Psi^{(\varrho)}(x_\varrho)\,dx_\varrho = z^\varrho \Psi^{(\varrho)}(\xi)$$

bei passender Wahl eines ξ der Strecke $x \leqq \xi \leqq x + \rho z$. Da nun nach (15)

$$\frac{d^\varrho}{dx^\varrho}\left(x^{\frac{k}{4}+\frac{\varrho}{2}} J_{\frac{k}{2}+\varrho}(2\pi\sqrt{yx})\right) = \pi^\varrho y^{\frac{\varrho}{2}} x^{\frac{k}{4}} J_{\frac{k}{2}}(2\pi\sqrt{yx})$$

ist, so folgt

$$\Delta\Psi = \pi^\varrho y^{\frac{\varrho}{2}} z^\varrho \xi^{\frac{k}{4}} J_{\frac{k}{2}}(2\pi\sqrt{y\xi});$$

wegen

$$\left| J_{\frac{k}{2}}(w) \right| < \frac{E_3}{\sqrt{w}} \qquad \text{(für } w > 0\text{)}$$

ist daher

$$|\Delta\Psi| < \pi^\varrho y^{\frac{\varrho}{2}} z^\varrho \xi^{\frac{k}{4}} \frac{E_3}{\sqrt{2\pi\sqrt{y\xi}}} < E_3 \pi^\varrho y^{\frac{\varrho}{2}-\frac{1}{4}} z^\varrho \xi^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}} \leqq E_3 \pi^\varrho y^{\frac{\varrho}{2}-\frac{1}{4}} z^\varrho (x+\rho x)^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}}$$

$$= E_4 z^\varrho y^{\frac{\varrho}{2}-\frac{1}{4}} x^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}},$$

womit (36) bewiesen ist.

Aus (34) folgt nunmehr für $x \geqq 1$, wenn ich $z = x^{\frac{1}{k+1}}$ setze,

$$(38)\quad \Delta B_\varrho(x) = \frac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}+\rho+1\right)} \gamma \Delta\left(x^{\frac{k}{2}+\varrho}\right) + \eta\Delta(x^\varrho) + \frac{c}{\pi^{\varrho-\frac{k}{2}}} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{\lambda_n^{\frac{k}{4}+\frac{\varrho}{2}}} \Delta\Psi(x;\lambda_n).$$

Hierin ist (da eo ipso $z \leqq x$ ist) nach (37)

$$\left|\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n}{\lambda_n^{\frac{k}{4}+\frac{z}{2}}} \Delta \Psi(x;\lambda_n)\right| < E \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda_n^{\frac{k}{4}+\frac{z}{2}}} \frac{x^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}}}{\lambda_n^{\frac{1}{4}}} \left(\text{Min.}\left(x, x^{\frac{2}{k+1}}\lambda_n\right)\right)^{\frac{z}{2}}$$

$$= E x^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}+\frac{z}{k+1}} \sum_{\lambda_n \leqq x^{\frac{k-1}{k+1}}} \frac{1}{\lambda_n^{\frac{k}{4}+\frac{1}{4}}} + E x^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}+\frac{z}{2}} \sum_{\lambda_n > x^{\frac{k-1}{k+1}}} \frac{1}{\lambda_n^{\frac{k}{4}+\frac{1}{4}+\frac{z}{2}}}.$$

Bekanntlich[1] ist bei wachsendem y

$$\sum_{\lambda_n \leqq y} \frac{1}{\lambda_n^w} = O\left(y^{\frac{k}{2}-w}\right) \text{ für } w < \frac{k}{2},$$

$$\sum_{\lambda_n > y} \frac{1}{\lambda_n^w} = O\left(y^{\frac{k}{2}-w}\right) \text{ für } w > \frac{k}{2}.$$

---

[1] Dies folgt aus $G(y) = \sum_{\lambda_n \leqq y} 1 = O\left(y^{\frac{k}{2}}\right)$ durch partielle Summation folgendermaßen: Es werde für $y \geqq \lambda_1$ zur Abkürzung $\lambda_{G(y)} = \tau \,(= \tau(y))$ gesetzt, ebenso $\lambda_{G(y)+1} = \upsilon \,(= \upsilon(y))$, so daß also $\tau \leqq y$, $\upsilon > y$ ist. Dann ist:

1. (Wenn $w < \frac{k}{2}$ ist) $\displaystyle\sum_{\lambda_n \leqq y} \frac{1}{\lambda_n^w} = \frac{G(\lambda_1)}{\lambda_1^w} + \sum_{n=2}^{G(y)} \frac{G(\lambda_n) - G(\lambda_{n-1})}{\lambda_n^w}$

$$= \sum_{n=1}^{G(y)-1} G(\lambda_n)\left(\frac{1}{\lambda_n^w} - \frac{1}{\lambda_{n+1}^w}\right) + \frac{G(\tau)}{\tau^w} = \sum_{n=1}^{G(y)-1} G(\lambda_n)\, w \int_{\lambda_n}^{\lambda_{n+1}} \frac{du}{u^{w+1}} + \frac{G(\tau)}{\tau^w}$$

$$= w \int_{\lambda_1}^{\tau} \frac{G(u)\,du}{u^{w+1}} + \frac{G(\tau)}{\tau^w} = O \int_{\lambda_1}^{\tau} \frac{u^{\frac{k}{2}}\,du}{u^{w+1}} + O\left(\tau^{\frac{k}{2}-w}\right) = O\left(\tau^{\frac{k}{2}-w}\right) = O\left(y^{\frac{k}{2}-w}\right).$$

2. (Wenn $w > \frac{k}{2}$ ist) $\displaystyle\sum_{\lambda_n > y} \frac{1}{\lambda_n^w} = \sum_{n=G(y)+1}^{\infty} \frac{G(\lambda_n) - G(\lambda_{n-1})}{\lambda_n^w}$

$$= \sum_{n=G(y)+1}^{\infty} G(\lambda_n)\left(\frac{1}{\lambda_n^w} - \frac{1}{\lambda_{n+1}^w}\right) - \frac{G(\tau)}{\upsilon^w} < \sum_{n=G(y)+1}^{\infty} G(\lambda_n)\, w \int_{\lambda_n}^{\lambda_{n+1}} \frac{du}{u^{w+1}} = w \int_{\upsilon}^{\infty} \frac{G(u)\,du}{u^{w+1}}$$

$$= O \int_{\upsilon}^{\infty} \frac{u^{\frac{k}{2}}\,du}{u^{w+1}} = O\left(\frac{1}{\upsilon^{w-\frac{k}{2}}}\right) = O\left(\frac{1}{y^{w-\frac{k}{2}}}\right).$$

Also ist

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{\lambda_n^{\frac{k}{4}+\frac{1}{4}}} \Delta \Psi (x; \lambda_n) = O\left(x^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}+\frac{\rho}{k+1}+\frac{k-1}{k+1}\left(\frac{k}{2}-\frac{k}{4}-\frac{1}{4}\right)}\right) + O\left(x^{\frac{k}{4}-\frac{1}{4}+\frac{\rho}{2}+\frac{k-1}{k+1}\left(\frac{k}{2}-\frac{k}{4}-\frac{1}{4}-\frac{\rho}{2}\right)}\right)$$

$$= O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}+\frac{\rho}{k+1}}\right) = O\left(z^{\rho} x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right).$$

Ferner ist

$$\Delta\left(x^{\frac{k}{2}+\rho}\right) = z^{\rho}\left(\frac{k}{2}+\rho\right)\left(\frac{k}{2}+\rho-1\right)\cdots\left(\frac{k}{2}+1\right)\xi^{\frac{k}{2}} \qquad (x \leq \xi \leq x+\rho z)$$

$$= z^{\rho}\left(\frac{k}{2}+\rho\right)\left(\frac{k}{2}+\rho-1\right)\cdots\left(\frac{k}{2}+1\right)\left(x^{\frac{k}{2}}+O\left(x^{\frac{k}{2}-1}z\right)\right)$$

$$= z^{\rho}\left(\frac{k}{2}+\rho\right)\cdots\left(\frac{k}{2}+1\right)\left(x^{\frac{k}{2}}+O\left(x^{\frac{k}{2}-1+\frac{1}{k+1}}\right)\right)$$

$$= \left(\frac{k}{2}+\rho\right)\cdots\left(\frac{k}{2}+1\right) z^{\rho} x^{\frac{k}{2}} + O\left(z^{\rho} x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right)$$

und

$$\Delta(x^{\rho}) = \rho!\, z^{\rho}.$$

(38) liefert also

$$\Delta B_{\rho}(x) = z^{\rho}\left(\frac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}+\rho+1\right)}\gamma\left(\frac{k}{2}+\rho\right)\cdots\left(\frac{k}{2}+1\right)x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right)\right)$$

$$= z^{\rho}\left(\frac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}+1\right)}\gamma x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right)\right)$$

$$(39) \qquad = z^{\rho}\left(\beta x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right)\right),$$

wo β die am Ende der Einleitung angegebene Bedeutung hat.

Nun ist

$$(40) \qquad \Delta B_{\rho}(x) = \int_{x}^{x+z} dx_1 \int_{x_1}^{x_1+z} dx_2 \cdots \int_{x_{\rho-1}}^{x_{\rho-1}+z} B(x_{\rho})\, dx_{\rho}.$$

1. Ich muß jetzt vorab den Fall erledigen, daß alle h_{ν} ganz sind, also

$$B(x) = \sum_{l_n \leq x} 1$$

ist. Dann ist offenbar auf der rechten Seite von (40) durchweg

$$B(x) \leq B(x_{\rho}) \leq B(x+\rho z);$$

also ist nach (40)

$$z^{\rho} B(x) \leq \Delta B_{\rho}(x) \leq z^{\rho} B(x+\rho z).$$

Hieraus folgt wegen (39) einerseits

$$(41) \qquad B(x) \leq \beta x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right);$$

anderseits

$$B\left(x+\rho x^{\frac{1}{k+1}}\right) \geqq \beta x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right),$$

also, wenn $x+\rho x^{\frac{1}{k+1}} = y$ als stetig wachsende Variable eingeführt wird und $x = y - \rho x^{\frac{1}{k+1}} = y + O\left(y^{\frac{1}{k+1}}\right)$ berücksichtigt wird,

$$B(y) \geqq \beta\left(y + O\left(y^{\frac{1}{k+1}}\right)\right)^{\frac{k}{2}} + O\left(y^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right)$$

$$= \beta y^{\frac{k}{2}} + O\left(y^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right). \tag{42}$$

Mit (41) und (42) ist

$$B(x) = \beta x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right) \tag{43}$$

bewiesen, also (11) im Falle ganzer h_ν richtig.

2. Nun seien die h_ν nicht alle ganz. Nach (43) ist

$$\sum_{x<l_n\leqq x+\rho z} 1 = \frac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}+1\right)}(x+\rho z)^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right) - \frac{\pi^{\frac{k}{2}}}{\sqrt{D}\,\Gamma\left(\frac{k}{2}+1\right)} x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right)$$

$$= O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right),$$

also wegen (40)

$$\left|\Delta B_t(x) - z^t B(x)\right| = \left|\int_x^{x+z} dx_1 \cdots \int_{x_{t-1}}^{x_{t-1}+z} B(x_t)\,dx_t - \int_x^{x+z} dx_1 \cdots \int_{x_{t-1}}^{x_{t-1}+z} B(x)\,dx_t\right|$$

$$= \left|\int_x^{x+z} dx_1 \cdots \int_{x_{t-1}}^{x_{t-1}+z} \left(B(x_t) - B(x)\right) dx_t\right| \leqq \int_x^{x+z} dx_1 \cdots \int_{x_{t-1}}^{x_{t-1}+z} \sum_{x<l_n\leqq x+tz} 1\,dx_t = z^t \sum_{x<l_n\leqq x+tz} 1$$

$$= O\left(z^t x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right),$$

also in Verbindung mit (39)

$$z^t B(x) = \Delta B_t(x) + O\left(z^t x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right) = z^t\left(\beta x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right)\right),$$

so daß auch hier[1]

$$B(x) = \beta x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right), \tag{11}$$

also stets

$$A(x) = \alpha x^{\frac{k}{2}} + O\left(x^{\frac{k-1}{2}\frac{k}{k+1}}\right) \tag{10}$$

folgt.

[1] Übrigens ist im vorliegenden zweiten Fall $\beta = 0$.

Ausgegeben am 24. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

